



## **GUIA METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICA, USANDO A EXPERIMENTAÇÃO, APLICADO AOS ALUNOS COM DIFICULDADES NO APRENDIZADO**

VAGNER HENRIQUE DE MELO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Wytler Cordeiro dos Santos

Brasília  
Julho de 2019

**GUIA METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICA, USANDO A  
EXPERIMENTAÇÃO, APLICADO AOS ALUNOS COM DIFICULDADES NO  
APRENDIZADO**

VAGNER HENRIQUE DE MELO

Orientador:  
Prof. Dr. Wytler Cordeiro dos Santos

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Wytler Cordeiro dos Santos

---

Prof. Dr. Caio Marcello Mota Polito

---

Profa. Dra. Vanessa Carvalho de Andrade

Brasília  
Julho de 2019

Melo, Vagner Henrique

Guia Metodológico para o ensino de Física, usando a  
experimentação, aplicado aos alunos com dificuldades no aprendizado/  
Vagner Henrique de Melo - Brasília: UnB / IF, 2019.

viii, \_\_ f.: il.;30cm.

Orientador: Wytler Cordeiro dos Santos

Dissertação (mestrado) – UnB / Instituto de Física / Mestrado  
Profissionalizante em Ensino de Física, 2019.

Referências Bibliográficas: f. \_\_\_\_.

1. Ensino de Física. 2. Hidrostática. 3. Submarino. I. Santos,  
Wytler Cordeiro dos. II. Universidade de Brasília, Instituto de Física,  
Mestrado Nacional Profissionalizante em Ensino de Física. III. Guia  
Metodológico para o ensino de Física, usando a experimentação,  
aplicado aos alunos com dificuldades no aprendizado da sala de  
recursos.

Dedico esta dissertação ao meu Pai.

## **Agradecimentos**

Ao Prof. Dr. Wytler Cordeiro dos Santos pela excelente orientação e acompanhamento.

Ao Prof. PhD. Júnio Márcio Rosa Cruz e ao Prof. Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim pelas primeiras orientações que nortearam esse projeto.

Aos professores ministrantes das disciplinas cursadas pelas valorosas colaborações e sugestões.

Aos professores participantes da Bancada Examinadora.

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Aos colegas de Mestrado, em especial Wesley Pereira Nunes da Silva, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e a Universidade de Brasília.

## RESUMO

### GUIA METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICA, USANDO A EXPERIMENTAÇÃO, APLICADO AOS ALUNOS COM DIFICULDADES NO APRENDIZADO

Vagner Henrique de Melo

Orientador:  
Wytler Cordeiro dos Santos

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Nacional Profissionalizante de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Este trabalho foi pensado inicialmente a partir da necessidade observada nos atendimentos aos alunos com necessidades educacionais especiais (ANEE), em uma escola do Riacho Fundo II no Distrito Federal, principalmente os alunos com dificuldade no aprendizado que, muitas vezes, não conseguem compreender os fenômenos físicos, pois sua abstração é muito limitada. Outro problema observado é a socialização dos alunos com necessidades educacionais especiais com os alunos “normais” e para minimizar esta dificuldade de socialização, resolvemos estender o trabalho para os alunos das salas regulares com os objetivos da inclusão: trabalho em equipe e troca de experiências entre os discentes. O Guia Metodológico para o Ensino de Física, usando a experimentação, aplicado aos Alunos com Necessidades Educacionais Especiais (ANEE) da Sala de Recursos, se propõe a ser mais uma ferramenta pedagógica a ser utilizada nos atendimentos, em turno contrário, individual ou coletivo. Utilizamos como exemplo para sua aplicação um submarino, que abarca muitos conteúdos ensinados no Ensino Médio. Para sua aplicação adaptamos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) a ser aplicada nos atendimentos, individuais e coletivos, no contra turno.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aluno com Necessidades Educacionais Especiais, Construção de Equipamentos, Hidrostática, Submarino experimental de baixo custo.

Brasília  
Julho de 2019

## ABSTRACT

### METHODOLOGICAL GUIDE FOR PHYSICAL EDUCATION, USING THE EXPERIMENTAL APPLICATION FOR STUDENTS WITH DIFFICULTIES LEARNING

Vagner Henrique de Melo

Supervisor:

Wytler Cordeiro dos Santos

Master dissertation submitted to the Graduate Program of the University of Brasilia in the National Professional Master's Program in Physics Education (MNPEF), as part of the Requirements to obtain the title of Master's degree of Physics Teaching.

This research work was initially thought from the need observed in attendance to students with educational special needs, in a school at Riacho Fundo II in the Federal District of Brazil, especially students with learning difficulties, who often can not understand the physical phenomena, since their abstraction abilities is very limited. Another problem observed is the socialization of students with special educational needs with the "normal" students and to minimize this difficulty of socialization, we decided to extend the work to the students of the regular classroom, with the objectives of inclusion, teamwork and exchange of experiences among the students. The Methodological Guide for Teaching Physics, using the experimentation, applied to Students with Special Educational Needs (ANEE) of the Resource Room, propose to be another pedagogical tool, individual or collective, to be used in the attendance in other agenda that is contrary to the normal class schedule. We use as an example for this application a submarine, which covers many contents taught in High School. For its application we adapted a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) to be applied in the individual and collective attendance, in an agenda that is contrary to the normal class schedule.

Keywords: Physics Teaching, Student with Special Educational Needs, Equipment Construction, Hydrostatic, low cost experimental submarine.

Brasília  
July 2019

### ***Tabela de siglas***

<b><i>Sigla</i></b>	<b><i>Significado</i></b>
AEE	Atendimento Educacional Especializado
ANEE	Aluno com Necessidades Educacionais Especiais
APAE - DF	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais de Brasília
ATM	Pressão Atmosférica
BPC	Benefício Assistencial à Pessoa com Deficiência
CED	Centro Educacional
CENESP	Centro Nacional de Educação Especial
CID-10	Classificação Internacional de Doenças – 10ª edição
DA	Deficiência auditiva
DF	Deficiente Físico
DI/ DM	Deficiente Intelectual/ Deficiente Mental
DMU	Deficiências Múltiplas
DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – 5ª edição
DV	Deficiência visual
ECA	Estatuto da Criança e do Adolescente
FAI	Física Auto Instrutiva
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LBI	Lei Brasileira de Inclusão
LDB	Lei de Diretrizes Básicas
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LQES	Laboratório de Química do Estado Sólido – UNICAMP
MEC	Ministério de Educação e Cultura
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física
ONU	Organização das Nações Unidas
PBEF	Projeto Brasileiro de Ensino de Física
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais



PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PDE	Plano de Desenvolvimento da Educação
PEF	Projeto de Ensino de Física
PNE	Plano Nacional de Educação
PRONATEC	Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SEEDF	Secretaria do Estado de Educação do Distrito Federal
SRM	Sala de Recursos Multifuncionais
TDAH	Transtorno do déficit de atenção com hiperatividade
TGD	Transtorno Global do Desenvolvimento
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UNB	Universidade de Brasília
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

# Sumário

Capítulo 1	
Introdução .....	01
1.1 Propósito e justificativa .....	02
Capítulo2	
Fundamentação teórica.....	04
2.1 A experimentação como instrumento facilitador do ensino de Física .....	04
2.2 Vygotsky e a educação inclusiva .....	08
2.3 Aprendizagem significativa de Ausubel aplicada ao Aluno com Necessidades Educacionais Especiais (ANEE).....	10
2.3.1 Aprendizagem significativa .....	11
2.3.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) .....	13
2.4 Marcos políticos – legais da educação especial na perspectiva da educação inclusiva brasileira.....	15
2.5 Atendimento Educacional Especializado (AEE) e seu público - alvo.....	18
2.5.1 Deficiência Intelectual (DI).....	20
2.5.2 Transtorno Global do Desenvolvimento (TGD) .....	20
2.5.3 Deficiência Física (DF) .....	21
Capítulo 3	
Hidrostática, Hidrodinâmica e alguns conceitos físicos abordados no estudo dos submarinos .....	23
3.1 Densidade.....	23
3.2 Empuxo.....	25
3.3 Pressão em fluido e a pressão atmosférica .....	26
3.4 Propulsão.....	29
Capítulo 4	
Desenvolvimento do produto educacional.....	32
4.1 Metodologia e o cronograma utilizados na aplicação do produto .....	32
Capítulo 5	
Resultados obtidos.....	39
Considerações finais.....	41
Referências.....	43
Apêndice	

# Capítulo 1

## Introdução

Este trabalho apresenta o produto educacional elaborado e supervisionado como dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física – SBF em parceria com a Universidade de Brasília. O produto educacional apresentado trata de uma proposta pedagógica para o ensino de Física, para os Alunos com Necessidades Educacionais Especiais - ANEE da Sala de Recursos que tenham dificuldades no aprendizado.

A escola é um ambiente de crescimento técnico e humano, espaço de desenvolvimento da cidadania e não poderíamos deixar à margem os ANEE. Em 2003 com a lei número 3.218 que normatiza a inclusão e adequação do espaço escolar para os alunos ANEE tornando todas as escolas da Secretaria do Estado de Educação do Distrito Federal inclusivas, permitindo que o ambiente escolar seja um local de inclusão social e exercício da cidadania de todos os alunos.

A lei de diretrizes básicas (LDB) em seu artigo 58 garante ao ANEE a oportunidade de convivência com os demais alunos, proporcionando assim, a inclusão escolar. É criado o Atendimento Educacional Especializado (AEE) e seu ambiente de trabalho chamado de sala de recursos. Neste espaço há dois profissionais de áreas distintas (um professor das exatas e outro professor de códigos ou humanas) que tem por objetivo acompanhar o ANEE, orientar os professores regentes e pais quanto à adequação curricular.

Sou professor de Física do Ensino médio da SEEDF desde 1998 e em 2011 iniciei meu trabalho no AEE, em uma escola de ensino médio, da cidade satélite do Riacho Fundo II, no Distrito Federal. Após iniciar os trabalhos na sala de recursos, percebi que os alunos diagnosticados com dificuldades no aprendizado, Deficiente Intelectual (DI) ou na antiga nomenclatura Deficiente Mental (DM), tem uma dificuldade além do normal

de abstração dos conceitos físicos. Foi nesse momento que resolvi aproveitar a experiência anterior de professor de laboratório (SEEDF/ 2000-2008) para elaborar um manual ou guia metodológico que utilize a experimentação em projetos de ciências para a melhor compreensão dos fenômenos ou conceitos físicos de forma empírica.

A inclusão se faz também pelo acesso aos conteúdos, e verificamos, ao longo da experiência na regência dos 1º, 2º e 3º anos do ensino médio da SEEDF, que os profissionais da educação não são capacitados na academia, quando estudantes, para a realidade em sala. Muitos não sabem como agir, avaliar ou aplicar ferramentas pedagógicas que tenham por objetivo a inclusão. O guia metodológico será mais uma ferramenta pedagógica que vem a somar para a inclusão educacional dos ANEE. Sua implementação se dá a partir de uma adaptação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), desenvolvendo um experimento de baixo custo, aplicado nos atendimentos no contra turno em uma sala de recursos de uma escola pública de ensino Médio do Distrito Federal.

## **1.1 Propósito e justificativa**

Após uma pesquisa no banco de dados da Sociedade Brasileira de Física 2018, na produção acadêmica do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para os professores, verifiquei que das 352 dissertações publicadas somente cinco abordam o tema inclusão dos ANEE, que correspondem menos que 2% da totalidade. Estamos diante de uma realidade em que o professor deve desenvolver e aplicar ferramentas didáticas que atendam a inclusão social e pedagógica de todos os alunos. Dentre os cinco trabalhos pesquisados, nenhum aborda a dificuldade no aprendizado (DI/DM) ou Transtorno Global do Desenvolvimento (TGD). São três trabalhos voltados ao aluno com deficiência visual (DV), um trabalho voltado ao aluno com deficiência auditiva (DA) e outro voltado aos alunos com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH).

Os alunos com dificuldade no aprendizado, quando chegam no Ensino Médio, são inseridos nas classes comuns, o que ajuda muito na socialização com os

demais alunos, mas não há uma metodologia adequada com o objetivo do aprendizado desses alunos. É feita uma adequação curricular (documento em que os professores relatam os objetivos, conteúdos e formas de avaliação aplicados com cada ANEE). O ANEE tem o direito ao Atendimento Educacional Especializado (AEE), que preferencialmente ocorre na mesma unidade escolar e no contra turno. Nesses espaços, chamados de Salas de Recursos Multifuncionais (SRM), não há ferramentas pedagógicas voltadas ao ensino de ciências da natureza.

O trabalho tem por objetivo ser mais uma ferramenta pedagógica, que:

- a) Propicie a inclusão do aluno com necessidade educacional especial (ANEE), aos conceitos físicos estudados em vários momentos do ensino médio. A inclusão não se limita somente em sua socialização, temos também por objetivo sua inclusão pedagógica, em que o aluno tenha a compreensão dos fenômenos físicos abordados, nas aulas de física ou nos atendimentos do AEE, através da experimentação e da abordagem empírica dos fenômenos estudados;
- b) A interação do ANEE com os demais alunos, propiciando a troca de experiência, a melhora na estima e a socialização com a turma. Essa socialização pode ocorrer durante os atendimentos, com a construção do submarino, e nas apresentações ao público;
- c) Demonstrar para os demais alunos, os não diagnosticados, e demais da comunidade escolar que o ANEE tem plenas condições para frequentar as aulas de forma inclusiva, respeitando suas particularidades;
- d) Mostrar para o ANEE, através da experimentação, que é possível sua escolaridade e que ao término do Ensino Médio ele tem totais condições, respeitando suas limitações, para o ingresso no mercado de trabalho e a conquista da cidadania. Demonstrar para a família do ANEE, que muitas vezes subestima o aluno e não acredita em suas potencialidades, que é possível ter uma vida social após o término do Ensino Médio. Os ANEEs aprendem e conseguem ter atividades laborais.

## Capítulo 2

### Fundamentação Teórica

#### 2.1 A experimentação como instrumento facilitador do ensino de Física

Neto (2018) em sua dissertação, faz um resumo do ensino de Física nas escolas brasileiras desde o descobrimento pelos portugueses em 1500. Na referida dissertação é citado Calado (2016) que explica que desde a criação em 1549 da primeira escola brasileira na Bahia, controlada pelos jesuítas, não havia o ensino das disciplinas de ciências naturais e sim de gramática, retórica, letras teológicas, jurídicas e alguns rudimentos de medicina. Em 1772 é criada a primeira Academia Científica no Rio de Janeiro que se propôs a estudar física, química e história natural. Em 1837, com a criação do Colégio D. Pedro II, houve uma nova proposta educacional no Brasil, que adicionou as ciências físicas nos últimos três anos do período escolar. Em 1890, com a influência dos positivistas, foi incluso na educação básica brasileira os conteúdos de ciências fundamentais como a Matemática, Astronomia, Física, Química, Biologia e Sociologia. Esta por sua vez foi criticada por haver muitas disciplinas, abordava conhecimentos complexos e abstratos com alunos muito jovens, e as ciências naturais abordada pelos cálculos matemáticos sem práticas experimentais. Em 1931, com o primeiro decreto nacional sobre a educação com o nome de Francisco de Campos, é estabelecida a divisão do ensino em técnico e acadêmico ou complementar, com a ênfase a um projeto de educação que diferencia educação para pensar e educação para produzir. De acordo com Diogo e Gobara (2007), entre os anos 1942 a 1946 foram promulgados decretos que ficaram conhecidos como Reforma Capanema que estruturou o ciclo ginasial e colegial, havendo aulas de física nas duas modalidades, mas sem aulas de experimentação. Outro problema foi a má formação dos professores das disciplinas científicas, principalmente Física. Em 1961, com a Lei nº 4.024/1961 denominada Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), que mantém a estrutura vigente, mas permite o acesso do aluno ao ensino superior, por meio de vestibular. No que se refere às disciplinas científicas, a lei mantinha o pensamento onde o conhecimento científico era utilizado para incrementar o progresso e o desenvolvimento do Brasil. De acordo com Carvalho Junior

(2002), considera que existem duas concepções básicas do ensino da Física: a conceitual e matemática. A concepção conceitual tem por objetivo a compreensão dos fenômenos físicos por meio da discussão, do debate e do enfrentamento de posições, e utilizando as fórmulas matemáticas somente como auxílio para a quantificação dos fenômenos e após a compreensão dos conceitos envolvidos. Na concepção matemática, a principal ferramenta didática são as equações que existem dentro da física, privilegiando a memorização das leis e equações que posteriormente serão aplicadas na resolução de problemas. O surgimento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) organizaram as áreas do conhecimento considerando o conhecimento e suas tecnologias (Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias), explicitando as habilidades básicas e competências específicas em decorrência do aprendizado. De acordo com Rosa e Rosa (2012), as competências representam uma melhora no ensino de Física atualmente desenvolvido nas escolas, superando o ensino tradicional, que trabalha de forma desarticulada, não apresentando a dinâmica do homem com a natureza. De acordo com Reis Junior e Silva (2013), o professor deve agir como elo entre o ensino e a aprendizagem, criando situações que estimulem o aluno a buscar novos conhecimentos, novas ferramentas pedagógicas como as atividades experimentais, promovendo uma melhor transposição didática e tornando a disciplina significativa.

Neto (2018, p. 20), no capítulo 1.2, *A experimentação dentro do ensino de Física*, em sua dissertação, ressalta a importância da experimentação no ensino de Física e aborda alguns autores que enfatizam o tema. Lima (2011) observa que a experimentação no ensino médio, na disciplina de Física, é de fundamental importância no processo de ensino e aprendizagem, podendo garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno e evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida, inquestionável e acabada. Segundo Couto (2009), as atividades experimentais têm ocupado posição de destaque dentro das discussões referentes ao ensino e aprendizagem das ciências nos últimos duzentos anos. Tais atividades atendem ao propósito de motivar os alunos para as aulas, predispondo o estudante à aprendizagem, atuando na parte emocional. Pode-se dizer que a experimentação é um catalisador, podendo direcionar a

atenção do aluno onde possibilita que o professor possa ser um mediador da aprendizagem do estudante ou intérprete dos conteúdos de Física. Cassaro (2012, p. 15) afirma que:

Desde sua origem, o trabalho experimental nas escolas foi influenciado por aqueles desenvolvidos nas universidades. Ou seja, pesquisadores buscavam novas ferramentas com o objetivo de melhorar a aprendizagem do conteúdo científico. O tempo passou e o uso das atividades experimentais como ferramenta pedagógica continua presente no ensino de Ciências.

De acordo com Vilaça (2012), o uso da experimentação está diretamente relacionado com a construção social, onde os alunos são levados ao trabalho em grupo, ao questionamento dos saberes coletivamente, a interação com as variáveis que estão na teoria e o aumento da motivação pela interação direta entre a disciplina de Física e o aluno, que no final pode resultar no aprendizado e/ou construção do saber compartilhado. Moreira (2011, p.36) cita Vygotsky:

O destaque dado por Vygotsky ao professor valoriza as atividades experimentais em sala de aula no momento em que ela é um instrumento que serve prioritariamente ao professor, agente do processo e parceiro mais capaz a ser imitado. É de responsabilidade do professor, fazer, demonstrar, e destacar o que deve ser observado, sobretudo, explicar o modelo teórico que possibilite a compreensão do que é observado e estabelecido cultural e cientificamente.

Moreira (2011) considera que o ensino utilizando o laboratório de Física pode ser dividido em três eras:

1) Era das máquinas, que inicia no final do século XIX até a década de 1940, onde os equipamentos utilizados nas experimentações das aulas de Física eram máquinas e aparelhos prontos, no qual o professor demonstrava o funcionamento do equipamento aos seus alunos, que assistiam a cada etapa da demonstração. Essa forma de ensino que não conta com a participação ativa dos estudantes.



2) Era dos kits, após a Segunda Guerra Mundial, marcada pelo ensino de ciências em que o desenvolvimento industrial e tecnológico influenciou o currículo escolar, quando os governos investiam em projetos educacionais que valorizavam o ensino experimental. Nesse momento, o aluno e o professor utilizavam peças e acessórios para montar equipamentos, o que trazia inúmeras possibilidades, porém muitas escolas brasileiras não possuíam recursos financeiros para adquiri-los.

3) Era da sucata, inspirada na linha construtivista, que norteou o ensino de Física a partir de 1970. Evidenciada pela expansão do sistema escolar brasileiro, onde surgiram propostas de construir equipamentos reutilizando materiais industriais, surgindo o termo “sucata”, para atender a demanda do ensino de massa que passou a necessitar de um grande número de equipamentos.

No período da guerra fria, surgiram projetos para o ensino médio de ciências que privilegiaram a utilização do laboratório, enquanto lugar de investigação e teste das teorias, para mostrar aos estudantes como os grandes cientistas faziam. Nas décadas de 70 e 80 tivemos vários projetos que foram responsáveis pelo desenvolvimento de materiais de apoio para os laboratórios escolares, tais como a Física Auto Instrutiva (FAI), o Projeto de Ensino de Física (PEF) e o Projeto Brasileiro de Ensino de Física (PBEF) (COUTO, 2009). Braga (2010, p.25) explica:

Nesse período, as mudanças curriculares no Brasil incluíam a substituição dos métodos expositivos pelos chamados métodos ativos, nos quais tinha a preponderância do laboratório de ciências. As aulas práticas deveriam propiciar atividades que motivassem e auxiliassem os alunos na compreensão dos conceitos. O material produzido seguia uma linha metodológica do ensino de Ciências clara e objetiva, que visava o planejamento e a execução de experimentos com a utilização de materiais simples e de fácil acesso aos alunos.

O principal objetivo de se realizar as experimentações nos atendimentos educacionais especializados (AEE), voltado ao conteúdo de Física, é viabilizar possibilidades de aprendizagem, onde o aluno participe do processo, perceba a ligação entre o abordado nas aulas teóricas e o experimento, relacione com a sua própria vida e aprenda.

## 2.2 Vygotsky e a educação inclusiva

Lev Semenovitch Vygotsky, nasceu em 17 de Novembro de 1896 na antiga Rússia. Filho de uma próspera família judia, formou-se em Direito (1918), foi escritor, crítico de obras de arte, graduado em Medicina e professor no Instituto de Deficiência de Moscou, na direção do departamento de Educação Especial. Foi um psicólogo que se dedicou a Psicologia cultural – histórica, pioneiro no conceito do desenvolvimento intelectual das crianças em função das interações sociais. Em 1934, aos 37 anos, morreu de tuberculose e vários anos após sua morte foi “descoberto” pelos acadêmicos ocidentais.

Vygotsky contribuiu para várias áreas do conhecimento, e sua contribuição na educação das pessoas educacionalmente especiais foi direcionado a deficiência intelectual, surdez, cegueira, múltipla e transtorno global do desenvolvimento (TGD). O livro (Fundamentos de Defectologia) de 1989 destaca os “caminhos alternativos” e os “recursos especiais” como ferramentas pedagógicas de mudança de paradigma para a inclusão da pessoa com deficiência.

Para Vygotsky, não há que se concentrar os esforços ou o olhar na deficiência, mas no desenvolvimento e nas dificuldades, para transcender às limitações ocasionadas pela deficiência. O trabalho pedagógico, para esse autor, não deve incidir sobre a deficiência ou suas limitações e sim nas ferramentas que podem superá-las.

Os testes de inteligência são aplicados para aferir, na “*régua da normalidade*”, o quão próximo o indivíduo se encontra da normalidade. Para Vygotsky (1989, P.02), nos testes de inteligência, há uma concepção quantitativa de

desenvolvimento que, *“com a ajuda destes métodos, se determina o grau de redução do intelecto, mas não se caracteriza a própria deficiência e a estrutura interna da personalidade originada por ela”* e também defende que *“a criança cujo desenvolvimento foi complicado por uma deficiência, não é menos desenvolvida que seus contemporâneos normais, é uma criança, mas desenvolvida de outro modo”*. Bentes (2010), citando Vygotsky (1989, P.03), afirma que nesse sentido o professor buscará formas diferentes para o desenvolvimento cognitivo dos alunos deficientes, isto é, com necessidades educacionais especiais.

Vygotsky acreditava que o desenvolvimento constitui-se com base na qualidade das mediações do outro em viabilizar vivências ou experiências de qualidade, e assim atingir o nível de desenvolvimento potencial. A interação social, a busca de *“caminhos alternativos”* e *“recursos especiais”* ajudam no desenvolvimento da pessoa com deficiência. A deficiência não pode ser ignorada, pois está presente e nos desafia, entretanto, é a vida social que abre as possibilidades ilimitadas para a pessoa com algum déficit, sendo que o desenvolvimento cultural, sua socialização, são muito importantes e devem ser considerados com prioridade.

A pessoa com deficiência não opera satisfatoriamente os conteúdos ensinados, ela precisa de caminhos alternativos baseados em metodologias interativas que possam desenvolver sua potencialidade, principalmente na educação dos alunos com deficiência intelectual *“de quem não se espera que aprenda a pensar, mas a distinguir odores, matrizes de cor, sons, etc”* (Vygotsky, 1989, p.181). Vygotsky não falou diretamente sobre inclusão, mas foi um importante crítico ao atendimento disponibilizado na escola especial de sua época. Devemos compreender que os *“caminhos alternativos”* e os *“recursos especiais”* são ferramentas pedagógicas para o trabalho de inclusão, propostas que atendam o deficiente nas suas possibilidades e necessidades.

Nesse sentido, as atividades experimentais se destacam ao promover interações sociais de qualidade, não somente entre o professor e o aluno mas também entre os próprios alunos. Moreira (2011, p.36) cita:

O destaque dado por Vygotsky ao professor valoriza as atividades experimentais em sala de aula no momento em que ela é um instrumento que serve prioritariamente ao professor, agente do processo e parceiro mais capaz a ser imitado. É de responsabilidade do professor, fazer, demonstrar e destacar o que deve ser observado, sobretudo, explicar o modelo teórico que possibilite a compreensão do que é observado e estabelecido cultural e cientificamente.

A experimentação possibilita a inclusão do ANEE, permitindo a compreensão dos fenômenos físicos abordados em sala de aula e o tornando peça ativa no processo educacional.

### **2.3 Aprendizagem significativa de David Ausubel aplicada ao Aluno com Necessidades Educacionais Especiais (ANEE).**

David Paul Ausubel (1918 – 2008) nasceu em Nova York, filho de imigrantes judeus, com formação em Medicina Psiquiátrica e Psicologia Educacional. Pesquisador norte-americano, é um representante das teorias do cognitivismo, apesar de considerar também a aprendizagem afetiva e psicomotora. É famoso por ter proposto o conceito de aprendizagem significativa e quando sua teoria foi apresentada em 1963 o behaviorismo predominava, com a teoria da influência do meio sobre o sujeito. Já para Ausubel (Moreira, 2009) aprender significativamente é ampliar e reconfigurar os subsunçores. A palavra “subsunçor” não existe em português; trata-se de uma tentativa de apertuguesar a palavra inglesa “subsumer”. Seria mais ou menos equivalente a inseridor, facilitador ou subordinador (Moreira, 2009, p.153) e ser capaz de relacionar e acessar novos conhecimentos. Pensada para o contexto escolar, a teoria de Ausubel leva em conta a história do educando e ressalta o papel dos docentes na proposição de situações que favoreçam a aprendizagem. Outro ponto abordado são os organizadores prévios, as pontes entre os subsunçores e os novos conteúdos, que devem ser construídos antes da apresentação dos novos conhecimentos. Esses organizadores prévios devem ser trabalhados e conduzidos pelo professor de forma a levar ou construir uma nova ligação.

### **2.3.1 Aprendizagem significativa.**

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um ou mais conceitos, especialmente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, como já dito, definidos por Ausubel como os subsunçores do aprendiz. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se nesses conceitos relevantes, e preexistentes na estrutura cognitiva do aluno.

Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados e assimilados a conceitos mais gerais, mais inclusivos, formando a estrutura cognitiva significativa, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo.

De onde vêm os subsunçores? Uma possível resposta é que em crianças pequenas, conceitos são adquiridos por meio de um processo conhecido como formação de conceitos, o qual envolve generalizações de instâncias específicas. Porém, ao atingir a idade escolar, a maioria das crianças já possui um conjunto adequado de conceitos que permite a ocorrência da aprendizagem significativa. Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios (organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si), que levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa, no entanto, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”.

Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é a qualidade do material a ser aprendido. Deve ser relacionável à estrutura cognitiva do

estudante de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo.

Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional.

- A) Aprendizagem representacional é o tipo mais básico de aprendizagem significativa do qual as demais dependem. Envolve a atribuição de significados a determinados símbolos, tipicamente palavras, a identificação em significado, de símbolo com seus referentes objetos, eventos ou conceitos.
- B) Aprendizagem de conceitos é uma aprendizagem representacional, pois conceitos são também representados por símbolos particulares, porém, representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes.
- C) Na aprendizagem proposicional, contrariamente à aprendizagem representacional, a tarefa não é aprender significativamente o que as palavras isoladas ou combinadas representam, mas sim, aprender o significado de ideias em forma de proposição. A tarefa no entanto, também não é aprender o significado dos conceitos, e sim o significado das ideias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob forma de uma proposição, isto é, aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição.

Novak (2000) observa que para facilitar a aprendizagem significativa pode-se usar a ferramenta chamada de mapas conceituais, que constituem ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento, incluindo conceitos, geralmente dentro de círculos ou retângulos, e relacionando estes conceitos, que são interligados por linhas nominadas, para tornar mais claro a relação entre os conceitos, formando uma espécie de teia do conhecimento.

De maneira geral, a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre o conhecimento prévio e o conhecimento a ser aprendido, onde os novos significados enriquecem ou até modificam os preexistentes. A aprendizagem significativa não se caracteriza por uma aprendizagem mecânica e não relacional com a vida do aluno, sem levar em consideração os conhecimentos prévios do mesmo. Neste sentido os conteúdos devem ser relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz para que os novos conhecimentos possam ser relacionados e o material de aprendizagem precisa ser potencialmente significativo, para que possa influenciar a predisposição do aluno para aprender, não se comportando como mero receptor de conhecimentos, facilitando a aprendizagem significativa.

Há de se considerar a limitação dos alunos, com dificuldades educacionais especiais, que por muitas vezes têm dificuldades na memorização, abstração e compreensão dos conceitos Físicos. Nesse sentido a experimentação torna-se uma boa ferramenta pedagógica, como material de aprendizagem, possibilitando a socialização com os demais alunos, uma participação ativa e a aprendizagem significativa.

### **2.3.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)**

De acordo com Moreira, 2011 a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) são sequências didáticas embasadas pela Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A UEPS surge com Moreira e tem por filosofia a premissa de que só existe ensino quando há aprendizagem significativa, a qual se ancora nos conhecimentos prévio do aluno.

A UEPS deve apresentar uma situação-problema com o objetivo de despertar o interesse do aluno, e conseqüentemente dá sentido aos novos conhecimentos adquiridos. Para Moreira (2011), o professor deve fazer a mediação entre o material educativo e o aluno trazendo uma situação-problema que desperte seu interesse, “o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno”.

Para se aplicar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) devem ser levados em consideração oito etapas. A primeira é a situação inicial, de acordo com Moreira (2011), o primeiro passo é definir o tema a ser trabalhado e o cronograma das ações que são os aspectos procedimentais. A segunda etapa consiste na proposição da situação-problema, onde o aluno tem a oportunidade de externar o seu conhecimento prévio, podendo assim identificar o ponto de partida para uma possível aprendizagem significativa. A terceira etapa consiste em organizadores prévios que são definidos como *“materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si, [...] a principal função [...] é de servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deveria saber.”* (MOREIRA, 2008). A quarta e quinta etapas consistem na aula expositiva sobre o conteúdo e em diferentes níveis, *“começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos”* (MOREIRA, 2011). A sexta etapa consiste na avaliação da aprendizagem na UEPS, isto é, *“Ao final, é feita uma avaliação somativa e individual, onde devem ser propostas questões que evidenciem captação de significados. Vale ressaltar que se deve também, avaliar a aprendizagem ao longo do processo de ensino.”* (MOREIRA, 2011). A sétima etapa consiste na conclusão da UEPS retomando os atributos mais relevantes do conteúdo, sendo o professor o mediador, apresentando uma breve exposição oral mostrando através de uma linha do tempo ou o uso de um mapa conceitual do conteúdo trabalhado. A oitava e última etapa consiste na avaliação da própria UEPS, a partir de críticas feitas pelos alunos e uma análise reflexiva realizada pelo professor, para que se possa fazer ajustes e adaptações.

## **2.4 Marcos políticos – legais da educação especial na perspectiva da educação inclusiva brasileira**

No Brasil, houve o início do atendimento às pessoas com deficiência no Império, com a criação das instituições: Imperial Instituto dos Meninos Cegos em 1854, que é o atual Instituto Benjamin Constant (IBC), e o Instituto dos Surdos Mudos, em 1857,



que hoje é o Instituto Nacional da Educação dos Surdos (INES). Em 1926 é fundado o Instituto Pestalozzi, instituição especializada no atendimento às pessoas com deficiência mental. Em 1945 é criado o primeiro atendimento educacional especializado às pessoas com superdotação na Sociedade Pestalozzi. Em 1954 é fundada a primeira Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE).

Em 1961, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN - Lei nº 4.024/61) fundamenta o atendimento às pessoas com deficiência, que aponta o direito à educação preferencialmente na rede pública de ensino. Em 1973 o Ministério de Educação e Cultura (MEC) cria o Centro Nacional de Educação Especial (CENESP), responsável pela gerência da educação especial no Brasil. Nesse período, não há uma política pública universal à educação, permanecendo a concepção de “políticas especiais” para tratar da educação de alunos com deficiência, não havendo a inclusão com os demais alunos.

Em 1988, a Constituição Federal traz como um dos seus objetivos fundamentais “*promover o bem de todos, sem preconceito de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação*” art. 3º, inciso IV. No artigo 205, a educação é um direito de todos, garantindo o pleno desenvolvimento da pessoa, o exercício da cidadania e a qualificação para o trabalho. No artigo 206, inciso I, estabelece a “*igualdade de condições de acesso e permanência na escola*” como um direito da pessoa com necessidade especial e dever do Estado. No artigo 208, inciso III garante o “*atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino*”.

O Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), na Lei nº 8.069/90, no artigo 55, reforça os dispositivos legais ao determinar que “*os pais ou responsáveis têm a obrigação de matricular seus filhos ou pupilos na rede regular de ensino*”. A Declaração Mundial de Educação para Todos (1990) e a Declaração de Salamanca (1994) passam a influenciar as políticas públicas da educação inclusiva. Em 1994, foi publicada a Política Nacional de Educação Especial, a qual orienta a “*integração instrucional*”, possibilitando o acesso às classes comuns do ensino regular àqueles que “*... possuem*

*condições de acompanhar e desenvolver as atividades curriculares programadas do ensino comum, no mesmo ritmo que os alunos ditos normais”* (p.19). Nesse momento, a normativa não provoca uma reformulação das práticas educacionais de maneira que sejam valorizados os diferentes potenciais de aprendizagem dos alunos com necessidades especiais. Em 1996, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei nº 9.394/96, no artigo 59, recomenda que os sistemas de ensino devem assegurar aos alunos com necessidades especiais, em virtude de suas deficiências, um currículo, métodos, recursos e organização específicos para atender às suas necessidades. Em 1999, o Decreto nº 3.298, que regulamenta a Lei nº 7.853/89, ao dispor sobre a Política Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, define a educação especial como complementar ao ensino regular e pertencente a todas as modalidades e níveis de ensino regular. Em 2001, as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, resolução CNE/CEB nº 2/2001, no artigo 2º, determina que: *“Os sistemas de ensino devem matricular todos os alunos, cabendo às escolas organizarem-se para o atendimento aos educandos com necessidades educacionais especiais, assegurando as condições necessárias para uma educação de qualidade”* (MEC/ SEESP, 2001). O Plano Nacional de Educação – PNE, Lei nº 10.172/2001, destaca que *“o grande avanço que a década da educação deveria produzir seria a construção de uma escola inclusiva que garanta o atendimento à diversidade humana”*. Em 2003, foi implementado pelo MEC o Programa Educação Inclusiva com o direito à diversidade, promovendo o processo de formação de gestores e educadores para garantir o direito de acesso de todos à escolarização, ao atendimento educacional especializado e à acessibilidade. Em 2004, o Ministério Público Federal publica o documento *“O Acesso de Alunos com Deficiência às Escolas e Classes Comuns da Rede Regular”*, o qual teve por objetivo a inclusão e escolarização de alunos com e sem deficiência nas turmas comuns do ensino regular.

Em 2006, a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, aprovada pela ONU, estabelece que os signatários devem assegurar um sistema de educação inclusiva em todos os níveis de ensino e que possa garantir a pessoa com deficiência a não exclusão do sistema educacional público. Em 2007, é lançado o Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE, pelo decreto nº 6.094/2007, que estabelece nas diretrizes do Compromisso Todos pela Educação, que tem como eixos a formação de

professores para a educação especial, a implantação de sala de recursos multifuncionais, a acessibilidade arquitetônica escolar, acesso e permanência das pessoas com deficiência na educação superior. Em 2009, o decreto executivo nº 6.949 promulga a Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência e a resolução MEC nº 04 institui as diretrizes operacionais para o atendimento educacional especializado na educação básica, modalidade educação especial, onde afirma que o AEE deve ser oferecido no turno inverso da escolarização, prioritariamente nas salas de recursos multifuncionais da própria escola ou em outra escola de ensino regular.

Em 2011, o plano nacional dos direitos da pessoa com deficiência (Plano viver sem limites), no artigo 3º estabelece a garantia de um sistema educacional inclusivo que recomenda a equiparação de oportunidades em que prevê: a implantação de salas de recursos, recursos financeiros para promover acessibilidade arquitetônica escolar e compra de materiais e equipamentos de tecnologia assistiva, transporte escolar acessível, Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC), programa de acessibilidade no ensino superior, escola bilíngue com formação de professores e tradutores intérpretes em Língua Brasileira de Sinais (Libras) e o benefício assistencial à pessoa com deficiência (BPC) nas escolas. Há a nota técnica MEC/SEESP/GAB nº 06 que dispõe sobre avaliação de estudantes com deficiência intelectual (DI), onde estabelece, que cabe ao professor do AEE a identificação das especificidades educacionais de cada estudante de forma articulada com a sala de aula comum.

Em 2012, o decreto nº 7.750, regulamenta o Programa um Computador por Aluno (PROUCA), em que o objetivo é promover a inclusão digital nas escolas das redes públicas de ensino e nas sem fins lucrativos de atendimento a pessoa com deficiência.

Em 2015, a Lei nº 13.146, Lei Brasileira de Inclusão da pessoa com deficiência (LBI) e também conhecida como Estatuto da pessoa com deficiência, em seu capítulo IV, aborda o direito à educação da pessoa com deficiência, que deve ser inclusiva e de qualidade em todos os níveis de ensino. A Lei destina-se a assegurar e promover a inclusão social e a cidadania.

Em 2016, a Lei 13.409 dispõe sobre a reserva de vagas, através de cotas, para as pessoas com deficiência nos cursos técnico de nível médio e superior das instituições federais de ensino.

A ideia de educação inclusiva que norteia as políticas educacionais e os atuais marcos normativos e legais mudam a trajetória de exclusão e segregação das pessoas com deficiência, havendo a necessidade de alterar as práticas educacionais, para garantir a igualdade no acesso e na permanência escolar através da matrícula nas classes comuns de ensino regular e da disponibilização do AEE nas salas de recursos generalistas e específicas. A inclusão deve ser extrapolada aos muros da escola e chegar ao mercado de trabalho, na política e demais áreas da sociedade e somente assim teremos uma real inclusão e o exercício da cidadania.

## **2.5 Atendimento Educacional Especializado (AEE) e seu público-alvo**

O programa de implementação de Sala de Recursos Multifuncionais (SRM), criado em 2005, foi instituído pela Portaria Ministerial nº 13/2007, no âmbito do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE). As SRM constituem-se em espaços para a oferta do AEE, complementar à escolarização de estudantes público alvo da educação especial.

A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da educação Inclusiva do MEC/2008 conceitua a educação especial e define como público-alvo os alunos com deficiência, transtorno globais do desenvolvimento (TGD) e altas habilidades/ superdotação. Conforme conceito instituído pela Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiência – ONU/2006 e definições do Decreto nº 5296/2004, o Censo Escolar/INEP considera estudantes com deficiência aqueles que têm impedimentos de longo prazo, de natureza física, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas.

Para o encaminhamento do AEE, é necessário um laudo ou relatório médico, psicológico ou psicopedagógico devidamente ancorado na Classificação Internacional de Doenças (CID-10) ou no Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5).

A função do AEE é identificar, elaborar e organizar recursos pedagógicos e de acessibilidade para a eliminação de barreiras que possibilite a plena participação dos estudantes e a inclusão escolar. É um serviço complementar e suplementar ao processo de escolarização; as atividades desenvolvidas diferenciam-se daquelas realizadas na sala de aula comum, que tem como objetivo promover a autonomia e independência dos alunos na escola e fora dela, não devendo ser substitutivo e tão pouco de forma isolada, ao sistema regular de ensino, por exemplo: a inclusão digital, o sistema monetário brasileiro, produção artística, jogos individuais e coletivos, conversas sobre a dinâmica da comunidade escolar, ferramentas pedagógicas que propiciam o melhor entendimento do conteúdo abordado em sala de aula e outras que possam contribuir para a vida do aluno durante e após a permanência na escola. É fundamental que haja articulação entre o AEE, as equipes pedagógicas e as famílias dos ANEE.

Na Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF) o AEE é realizado preferencialmente no contra turno das aulas regulares, e na mesma escola e em Salas de Recursos Multifuncionais (SRM). A organização estrutural do AEE obedece a dois modelos básicos: o AEE específico, que atende alunos com deficiência auditiva, visual e altas habilidades e o AEE generalista, que atende alunos com deficiência intelectual, transtorno global do desenvolvimento e deficiência física. Há alunos com mais de uma deficiência, e nesse caso a nomenclatura utilizada é Deficiência Múltipla (DMU). Nosso trabalho foi aplicado em uma SRM.

### **2.5.1 Deficiência intelectual (DI)**

A deficiência Intelectual, usualmente chamada na comunidade educacional de dificuldade no aprendizado, é classificada no CID 10 com os códigos: F70 para o Retardo Mental Leve, F71 para o Retardo Mental Moderado, F72 para o Retardo

Mental Grave, F73 para o retardo Mental profundo, F78 para Outro Retardo Mental e F79 para o Retardo Mental Não Especificado. Geralmente o aluno com dificuldades no aprendizado não tem a idade mental condizente com a idade cronológica e apresenta uma dificuldade, maior que o normal, na leitura, interpretação, pensamento lógico, cálculos e abstração dos conteúdos, o que exige uma estratégia diferenciada na apresentação dos conteúdos.

## **2.5.2 Transtorno global do desenvolvimento (TGD)**

Os Transtornos Globais do Desenvolvimento (TGD) são distúrbios nas interações sociais que costumam manifestar-se nos primeiros anos de vida, com prejuízo no desenvolvimento da interação social e da comunicação, pode haver atraso ou ausência do desenvolvimento da linguagem, naqueles que a possuem, pode haver uso estereotipado e repetitivo ou uma linguagem idiossincrática (forma incomum ou até imprópria de se portar perante a sociedade), repertório restrito de interesses e atividades, interesse por rotinas e rituais não funcionais. Os TGD englobam os diferentes Transtornos do Espectro Autista (TEA), as psicoses infantis, a Síndrome de Asperger, a Síndrome de Kanner e a Síndrome de Rett. Há prejuízo no funcionamento ou atraso em pelo menos uma das três áreas: interação social, linguagem para a comunicação social, jogos simbólicos ou imaginativos. São classificados pelo DSM-5 com o código 299 e no CID-10 com o código F84. No Brasil, os dois manuais de diagnósticos têm sido adotados, a diferença entre os dois é que o DSM incorporou todos os tipos de autismo sob a mesma classificação “Transtorno do Espectro do Autismo (TEA)” e o CID-10 continua especificando cada uma das suas subcategorias: autismo infantil, atípico, síndrome de Rett, síndrome de Asperger, transtorno desintegrativo da infância e o transtorno geral do desenvolvimento não especificado. Não iremos aprofundar em cada particularidade, pois não é o nosso objetivo nesse trabalho e porque os atendimentos dos alunos com TEA, no AEE e em sala de aula, seguem a mesma dinâmica.

### **2.5.3 Deficiente Físico (DF)**

Definida pela alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de: paraplegia (perda total das funções motoras dos membros inferiores), paraparesia (é a perda parcial das funções motoras dos membros inferiores), monoplegia (perda total das funções motoras de um só membro, inferior ou superior), monoparesia (perda parcial das funções motoras de um só membro, inferior ou superior), tetraplegia (perda total das funções motoras dos membros inferiores e superiores), tetraparesia (perda parcial das funções motoras dos membros inferiores e superiores), triplegia (perda total das funções motoras em três membros), tri paresia (perda parcial das funções motoras em três membros), hemiplegia (perda total das funções motoras de um hemisfério do corpo, direito ou esquerdo), hemiparesia (perda parcial das funções motoras de um hemisfério do corpo, direito ou esquerdo), ostomia (pessoas ostomizadas são aquelas que passaram por cirurgias de reconstrução para o meio externo do intestino, na parede abdominal, para adaptação de bolsa coletora para a eliminação de fezes e urina, indicadas no caso de perfurações no abdômen, doenças no reto, no intestino e na bexiga), amputação ou ausência do membro, paralisia cerebral (lesão de uma ou mais áreas do sistema nervoso central, tendo como consequências alterações psicomotoras, podendo ou não causar deficiência mental), nanismo (deficiência no crescimento que pode afetar homens ou mulheres) e membros com deformidade congênita ou adquirida (exceto as deformidades estéticas e as que não produzem dificuldades para o desempenho das funções).

Conforme já visto, a nossa SRM pode atender qualquer modalidade de ANEE com DF, mas hoje atendemos principalmente os cadeirantes, onde a adequação curricular principal é para sua mobilidade (rampas de acesso, alargamento de portas e calçadas), carteira adaptada, banheiro adaptado e adequação nas aulas com práticas esportivas).

## **Capítulo 3**

### **Hidrostática, Hidrodinâmica e alguns conceitos físicos abordados no estudo dos submarinos**

O Matemático, físico e inventor grego Arquimedes (287 – 212 a.C), filho do astrônomo Fídias e aparentado com o rei Híeron 2º, de Siracusa, foi quem originou os estudos sobre a Hidrostática. É a parte da Física que estuda os fenômenos que envolvem os fluidos em repouso. Os fluidos são substâncias ou mistura que podem escoar, ou seja, fluir com maior ou menor facilidade, como ocorrem nos líquidos ou gases.

Na hidrostática são estudados vários fenômenos e características físicas do corpo ou das substâncias, como abordaremos posteriormente, que explicam o comportamento de um submarino imerso ou emerso na água. Para iniciar o estudo da hidrostática, serão necessários alguns conhecimentos básicos, considerados subsunçores dos conhecimentos a serem aprendidos significativamente, tais como densidade, empuxo, propulsão e pressão em um fluido.

Na hidrodinâmica ou mecânica dos fluidos, são estudados os movimentos dos fluidos e as forças que atuam sobre os corpos sólidos imersos. Nessa parte veremos a Lei de Stokes na qual aborda à fricção em um meio viscoso também chamado de arrasto.

Há a possibilidade de serem trabalhados a parte de óptica e eletricidade, pois existem em nosso submarino vários circuitos elétricos em paralelo, a fonte de energia, os interruptores, uma câmera e os motores elétricos.



### 3.1 Densidade

Arquimedes e a coroa;

“Contam os livros que o sábio grego Arquimedes o descobriu enquanto tomava banho, quando procurava responder a Hierão, rei de Siracusa, se sua coroa era realmente de ouro puro. Conta Vitruvius, que o rei mandou fazer uma coroa de ouro. Para isso, contratou um artesão, que consoante uma boa quantia de dinheiro e a entrega do ouro necessário, aceitou o trabalho. Na data prevista o artesão entregou a coroa executada na perfeição, porém, o rei estava desconfiado que o artesão pudesse ter trocado o ouro por prata, pediu a Arquimedes que investigasse o que se passava uma vez que este era muito inteligente. Um dia, enquanto tomava banho, Arquimedes observou que, à medida que seu corpo mergulhava na banheira, a água transbordava. Concluiu, então, como poderia resolver o problema da coroa e de tão contente que estava saiu da banheira e foi para a rua gritando: “Eureka, Eureka!”, que em língua grega quer dizer descobri, achei, encontrei. Assim, pegou um vasilhame com água e mergulhou um pedaço de ouro, do mesmo peso da coroa, registrando o quanto a água tinha subido. Fez o mesmo com um pedaço de prata. Efetuou o mesmo registro e comparou-o com o anterior concluindo que o ouro não fez a água subir tanto como a prata. O nível da água subiu mais com a prata do que com o ouro. Por fim, inseriu a coroa na água. Esta elevou o nível da água mais do que o ouro e menos do que a prata. Arquimedes constatou, então, que a coroa havia sido feito com uma mistura de ouro e prata. Pôde-se assim desvendar o mistério da coroa e desmascarar o artesão.”  
CREF 2010

O conceito de Densidade é amplamente estudado desde o Ensino Fundamental e revisto no Ensino Médio. De acordo com Sears, Zemansky e Young (1994), a densidade de um material homogêneo ou Massa Específica do Fluido ( $\rho_f$ ) é definida

como sua massa por unidade de volume, ou seja, é uma característica do corpo ou da substância. Podemos também definir como sendo uma relação entre a sua massa ( $m$ ) e o seu respectivo volume ( $v$ ). Essa relação pode ser expressa por uma razão entre as duas grandezas, isto é, a densidade pode ser representada pela letra grega  $\rho$  e calculada pela equação:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{ou} \quad m = v \cdot \rho . \quad \text{Eq. 3.1}$$

A densidade de sólidos e líquidos, segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI) é representada em quilogramas por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ), entretanto, são mais usuais as unidades em gramas por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ) ou grama por mililitro ( $\text{g/mL}$ ).

Em um submarino, embarcação especializada para operar na água, podendo ser emerso, mas geralmente de forma imersa, a densidade calculada é do conjunto dos materiais envolvidos, assim como o volume total do mesmo.

## 3.2 Empuxo

Geralmente iniciamos a aula com o Princípio de Arquimedes, que pode ser enunciado da seguinte maneira:

“Um fluido em equilíbrio age sobre um corpo imerso, parcialmente ou totalmente, com uma força verticalmente orientada de baixo para cima, denominada empuxo, aplicada no centro de gravidade do volume de fluido deslocado, cuja a intensidade é igual a do peso do volume de fluido deslocado” LQES- UNICAMP.

“Quando um corpo está total ou parcialmente submerso em um fluido, uma força de empuxo ( $F_E$ ) exercida pelo fluido age sobre o corpo. A força é dirigida para cima e tem um módulo igual ao peso ( $m_f \cdot g$ ) do fluido deslocado pelo corpo”. (Halliday, 2012)

Em outras palavras o empuxo, ou também conhecido como impulsão, é a força hidrostática verticalmente para cima que o fluido atua no corpo emerso ou imerso. Esse fenômeno faz com que os objetos, emersos ou imersos, aparentemente fiquem mais leves e é o que chamamos de peso aparente.

Para o cálculo do Empuxo ( $E$ ) usaremos o Princípio de Arquimedes, o qual enuncia que o módulo do Empuxo é igual ao módulo da Força Peso do fluido deslocado ( $F_{pfd}$ ), isto é,

$$|E| = |F_{pfd}|. \quad \text{Eq. 3.2}$$

Sabemos que a Força Peso ( $F_p$ ) é calculada pela interação entre a massa ( $m$ ), do respectivo corpo ou substância, e a aceleração gravitacional ( $g$ ) no local da interação. Isto é;

$$F_p = m.g. \quad \text{Eq. 3.3}$$

Substituindo na Eq. 3.2 a Força Peso ( $F_p$ ) dado pela Eq. 3.3, teremos;

$$|E| = |m.g|. \quad \text{Eq. 3.4}$$

Substituindo na Eq. 3.4 a massa ( $m$ ) pela Eq. 3.1, teremos;

$$|E| = |\rho_f \cdot V_{fd} \cdot g|. \quad \text{Eq. 3.5}$$

Podemos concluir que o módulo do Empuxo ( $E$ ) é diretamente proporcional à Massa Específica do Fluido ( $\rho_f$ ), o Volume do Fluido deslocado ( $V_{fd}$ ) e à aceleração gravitacional do local ( $g$ ). A unidade do Empuxo, no S.I, é o Newton ( $N$ ).

### 3.3 Pressão em um fluido e a pressão atmosférica

O conceito de pressão exercida pelos fluidos ( $P_f$ ), vai derivar do conceito de pressão estudado anteriormente, isto é, que a Pressão ( $P$ ) é diretamente proporcional ao módulo da Força Normal ( $F$ ) e inversamente proporcional a área ( $A$ ) em que foi aplicada a respectiva força, isto é;

$$P = \frac{F}{A} . \quad \text{Eq. 3.6}$$

Imaginemos um ponto imerso em um líquido, com uma massa específica ( $\rho_f$ ), a uma certa profundidade ( $h$ ). No referido ponto, há uma coluna de fluido, que “gera” uma pressão no fluido ( $P_f$ ) via uma força ( $F_p$ ), então teremos;

$$P_f = F_p / A. \quad \text{Eq. 3.7}$$

Substituindo a ( $F_p$ ) da Eq. 3.7 pela Eq. 3.3 teremos;

$$P_f = m . g / A. \quad \text{Eq. 3.8}$$

Tomando a Eq. 3.1, considerando que o volume é de um cilindro ( $A_b . h$ ) e que  $A = A_b$  teremos;

$$m = \rho_L . A_b . h . \quad \text{Eq. 3.9}$$

Substituindo a ( $m$ ) da Eq. 3.8 pela Eq. 3.9, teremos;

$$P_f = \rho_L . g . h . \quad \text{Eq. 3.10}$$

Após a demonstração acima, percebemos que a pressão exercida pelos fluidos independe da área ( $A$ ), e com o ( $\rho_L$ ) e ( $g$ ) constantes, a pressão é diretamente proporcional a profundidade ou altura ( $h$ ).

A Pressão Atmosférica (ATM) é a pressão dos gases da atmosfera (Nitrogênio  $\approx 78,08\%$ , Oxigênio  $\approx 20,93\%$ , Argônio  $\approx 0,94\%$  e outros), sobre a superfície. Da mesma forma que uma coluna de fluido exerce uma pressão em um ponto, a uma dada profundidade, os gases exercem, de forma análoga, uma pressão na superfície. Seria como se estivéssemos no “fundo de uma piscina de gases”. O marco zero ou referencial é o nível do mar, quanto maior for a altitude menor será a pressão atmosférica (menor a coluna de gases).

Depois da morte de Galileu, o cientista Italiano Evangelista Torricelli (1608 – 1647), aluno de Galileu, foi nomeado matemático do grão-duque e professor de matemática na academia Florentina. A descoberta do princípio do barômetro aconteceu em 1643, permitindo aferir o valor da pressão atmosférica (ATM). O seu experimento “tubo de Torricelli” basicamente consistia em uma cuba, um tubo de aproximadamente um metro e mercúrio (Hg). Após o seu experimento, ao nível do mar, com aceleração gravitacional  $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$  e a  $0^\circ\text{C}$ , obtém-se uma coluna de Hg com (h) muito próximo de 0,76m, 76 cm ou 760 mm. Como  $\rho_{Hg} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$  é possível encontrarmos a equivalência da pressão atmosférica usando a Eq. 3.10;

$$P_f = P_{ATM} = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg}$$

$$P_{ATM} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,76 \text{ m}$$

$$P_{ATM} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 .$$

O Teorema do Francês Blaise Pascal (1623 – 1662), enuncia que:

“Um incremento de pressão comunicado a um ponto qualquer de um líquido incompressível em equilíbrio transmite-se integralmente a todos os demais pontos do líquido, bem como às paredes do recipiente”.

E por consequência, todos os pontos de um líquido em equilíbrio exposto à atmosfera ficam submetidos à pressão atmosférica. Então, quando vamos calcular a pressão absoluta ( $P_T$ ) de um ponto, em uma dada profundidade, que está exposta à atmosfera, temos que considerar as duas  $P_f$  e a  $P_{ATM}$  (usualmente consideramos a unidade Pascal, Pa, e sua equivalência é  $1 \text{ Pa} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ );

$$P_T = P_f + P_{ATM}. \quad \text{Eq. 3.11}$$

### 3.4 Propulsão

Considerando o submarino equilibrado verticalmente, onde a força peso ( $F_p$ ) se equilibra a força de empuxo ( $E$ ), isto é  $F_p = E$ , não haverá mudança no movimento na vertical. Como o ( $E$ ) é constante, estando submerso, o movimento na vertical dependerá exclusivamente da ( $F_p$ ) e o controle dessa força vai depender da quantidade de água que haverá no interior do submarino.

Na dinâmica da movimentação de um submarino, na horizontal, está sujeita às Forças de propulsão dos motores ( $F_m$ ) e à Força de arrasto ( $F_a$ ), contrária ao movimento, devido à viscosidade do fluido (água). Isto é;

$$F_m - F_a = m \cdot a. \quad \text{Eq. 3.12}$$

Considerando a Lei de Stokes (introduzida por Stokes, matemático e físico irlandês 1819 – 1903), que se refere à força de fricção experimentada por objetos que se movem em um meio fluido viscoso, força de arrasto ( $F_a$ ) será dada por:

$$F_a = 6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta \cdot v. \quad \text{Eq. 3.13}$$

Sendo que ( $r$ ) é o raio de Stokes, ( $\eta$ ) é a viscosidade do fluido (água) e ( $v$ ) é a velocidade do objeto. Para simplificar, vamos considerar  $b = 6\pi r\eta$ , e substituindo na Eq. 3.12, teremos:

$$Fm - bv = m \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{Fm}{b} - v = \frac{m}{b} \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{b}{m} dt = \frac{dv}{\frac{Fm}{b} - v}$$

$$\frac{b}{m} \Delta t = \int \frac{dv}{\frac{Fm}{b} - v} = -\ln \frac{Fm}{b} - v$$

$$e^{-\frac{b}{m} \Delta t} = \frac{Fm}{b} - v.$$

Assim a velocidade do submarino em função do tempo, quando ele acelera, é dada por:

$$v(t) = \frac{Fm}{b} - e^{-\frac{b}{m} \Delta t}. \quad \text{Eq. 3.14}$$

Observe que quando o tempo (t) avança o termo exponencial decai rapidamente para zero, fazendo com que o submarino atinja uma velocidade constante  $v = \frac{Fm}{b}$ . Descreveremos a seguir essa situação de movimento constante do submarino imerso na água. Quando o submarino se move com velocidade constante, temos:

$$F_m - F_a = 0$$

$$F_m - bv = 0$$

$F_m = bv$ , se multiplicarmos por v, teremos:

$$F_m v = bv^2 . \quad \text{Eq. 3.15}$$

Sabendo que a potência do motor (P) é:  $P = F_m v$ . Substituindo na Eq. 3.15, teremos:

$$P = bv^2 . \quad \text{Eq. 3.16}$$

Se for possível medir a velocidade do submarino, a tensão (U), a corrente elétrica (I) no motor, teremos a potência elétrica aproximada ( $P = UI$ ), que será possível calcular o coeficiente de arrasto (b);

$$b = \frac{P}{v^2}, \text{ substituindo, } b = \frac{UI}{v^2} . \quad \text{Eq. 3.17}$$

Nós não realizamos essas medidas, durante os atendimentos, devido às questões de tempo envolvidas na apresentação do produto. Fica como perspectiva para as próximas aplicações medir o tempo que o submarino percorre um determinado espaço para que se chegue na velocidade média (v) do submarino. Com um multímetro podemos aferir o valor nominal da corrente elétrica (I) e a tensão elétrica (U) para calcularmos a potência (P) e então calcularmos o coeficiente de arrasto (b) do submarino imerso na água.



## Capítulo 4

### Desenvolvimento do produto educacional

#### 4.1 Metodologia e o cronograma utilizados na aplicação do produto

Vamos utilizar como procedimento metodológico uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, devidamente adaptada à realidade do Atendimento Educacional Especializado que ocorre no contra turno, de forma coletiva e individual.

O desejo inicial foi aplicar o produto no segundo semestre de 2017 no CED 01 do Riacho Fundo II e nas turmas do matutino. As modalidades dos componentes curriculares eram anuais, ensino médio e regular. Houve a inscrição voluntária dos alunos, aproximadamente trinta, e a divisão dos alunos em grupos com cinco integrantes, havendo a inclusão dos ANEE em cada grupo. Infelizmente não obtivemos êxito nessa etapa, pois não havia uma nota como contrapartida dos trabalhos realizados nas disciplinas de: Física, Matemática, Química ou Biologia. Essa primeira tentativa de aplicação do produto educacional foi frustrada e adiada para o primeiro semestre de 2018.

No primeiro semestre de 2018, tivemos outros problemas que impossibilitaram a implementação do produto educacional nesse momento. O sistema da escola, por determinação da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF), mudou a modalidade dos componentes curriculares de anual para semestral, ou seja, foi implementada a semestralidade. Somando a nova dinâmica educacional, tivemos a mudança do professor, recém-contratado e inexperiente, que afirmou que não havia condições de acompanhar a aplicação do produto educacional, pedindo para adiar para o segundo semestre de 2018. O objetivo inicial seria a divisão das turmas em grupos, para que cada grupo pesquisasse e desenvolvesse um experimento. Em data previamente marcada, os trabalhos seriam compartilhados em uma “feira de ciências” na própria unidade escolar, havendo a inclusão dos alunos deficientes, uma troca de experiências e a aprendizagem através do empirismo.

O produto foi aplicado no segundo semestre de 2018. Não foi aplicado como planejado inicialmente, pois houve novas mudanças na estrutura pedagógica da escola e o professor do componente escolar Física pediu novamente o protelamento da aplicação. Tivemos a necessidade de adequar a proposta do produto educacional à nova realidade, e optamos em aplicar na sala de recursos, no contra turno, com algumas mudanças no planejamento original, mas mantendo a essência dos objetivos que são a inclusão dos alunos deficientes e o aprendizado através do empirismo. Seguimos um cronograma, como mostra a tabela abaixo:

***Aplicação do produto educacional 2018 (tabela 1)***

<i>Data</i>	<i>Atividade</i>
14/08	Planejamento com o professor regente.
23/08	Explanação do projeto para os alunos.
03/09	Primeiro encontro com os alunos voluntários.
06/09	1) Início dos trabalhos com os alunos inscritos (mapa mental do submarino); 2) Registros dos nossos encontros (fotos, vídeos, rede social); 3) Cronograma das atividades; 4) Funcionamento e materiais, de baixo custo, para a construção do submarino.
14/09	Estimativa dos custos e coleta dos materiais.
21/09	Conversa com os alunos sobre os conceitos físicos envolvidos na dinâmica do submarino. Foi pedida uma pesquisa sobre os conceitos mencionados: * Hidrostática; * Empuxo; * Volume; * Densidade; * Pressão; * Peso.
05/10	*Início da construção do submarino (testamos cada componente: câmera, fonte e motores);

	* Avaliação de 2,0 pontos para o componente curricular Física (frequência, pesquisa e mapa mental).
19/10	Verificação do funcionamento do compressor (12V) e utilização do multímetro. (Carlos e Gustavo).
26/10	Montagem do corpo do submarino.
01/11	Montagem do painel de controle.
09/11	1º Teste do funcionamento do conjunto.
23/11	Ajustes e 2º teste do funcionamento do conjunto.
30/11	*Avaliação de 2,0 pontos pra o componente curricular Física (frequência, participação e mapa mental); *Encerramento das atividades com uma confraternização na sala de recursos e a possibilidade de apresentação ao público em 2019.

No dia 14/08 foi apresentado ao professor regente o projeto de inclusão dos alunos utilizando um protótipo de submarino de baixo custo. Ficou acertado que seria implementado na 2ª série, turma D, matutino do CED I do RF II, por um grupo, de até cinco alunos não diagnosticados e que fossem voluntários. O professor realocou dois pontos para os participantes do projeto e se comprometeu a dispensar os alunos, em aulas de plantão de dúvidas, para desenvolver o projeto na escola. Ficou acordado que eu explanaria para todos os alunos da turma, em sua aula no dia 23/08, o projeto e seus objetivos.

No dia 23/08, após ter explanado para a turma o projeto e seus objetivos, houve cinco voluntários, os alunos: A, C, G1, J e M. Foi marcado para o dia 03/09 uma reunião específica com os voluntários, com objetivo de planejar e iniciar os trabalhos.

No dia 03/09, foram explanados e aprofundados os objetivos para os alunos voluntários, já citados acima, como sendo: 1º) o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo, que explique empiricamente alguns fenômenos físicos estudados em sala e 2º) a inclusão dos alunos diagnosticados (H/DI, W/ DI e G/ TGD e DI) no grupo, em

que o projeto tem por objetivo ser uma ferramenta para a inclusão escolar. Foi acertado também que todas as sextas-feiras das 14h30 até 15h30 seriam nossos encontros na sala de recursos, podendo ser adiantados para a quinta feira nas semanas que tiveram feriado. Foi entregue também a ficha de inscrição, com um termo de compromisso e autorização para o uso das imagens dos referidos alunos. Foi criado também um grupo no WhatsApp com objetivo facilitador da comunicação e ação dos membros. Deixamos como sugestão, para os professores que pretendem aplicar o produto, um filme do tema relacionado, como organizador prévio.

No dia 06/09, iniciamos nosso encontro com uma pauta de quatro itens: 1º) foi explicada a ideia de mapa mental e pedido que fizessem um, com o tema submarino (com a explicação do funcionamento e os fenômenos físicos envolvidos); 2º) foi pedido que fizessem registros dos nossos encontros (bloco de anotações, fotos, vídeos e na rede social); 3º) foi mostrado o cronograma inicial das atividades (tabela 1) e 4º) foi feita uma roda de conversa em que discutimos o funcionamento de um submarino e os materiais necessários, de baixo custo, para a construção de um.

No dia 14/09, iniciamos a execução do projeto, listando os prováveis materiais e os custos aproximado do submarino, de acordo com a tabela 2. Esse custo pode ser diminuído se houver as ferramentas necessárias e alguns equipamentos utilizados.

### ***Custos do submarino (tabela 2)***

<b><i>Materiais/ Equipamentos/ Ferramentas</i></b>	<b><i>Custo aproximado</i></b>
1) Mangueira de aquário (10m)	R\$ 30,00
2) Compressor portátil 12V de carro	R\$ 40,00
3) Fonte CFTV 12Vx10A gradeada	R\$ 87,00
4) Cabo para CFTV 4mm com fio flex (10m)	R\$ 9,90
5) 02 Conectores CFTV P-4 com borne	R\$ 6,56
6) 1 Plug adaptador RCA para BNC macho	R\$ 3,94

7) 3 Motores	R\$ 60,00
8) 01 Câmera Dome IP digital VMW-HDCVI G4 10m	R\$ 105,00
9) Fio de rede (12m)	R\$ 12,00
10) 03 Hélices	R\$ 6,00
11) Luva esgoto Correr 100mm com anel	R\$ 13,14
12) Caixa 4x2 externa Mec-Tr	R\$ 3,27
13) Vaselina	R\$ 5,00
14) 02 Anel de borracha Krona 100mm	R\$ 3,62
15) Cola epoxi 100g	R\$ 6,00
16) 02 Cap esgoto 100mm Krona	R\$ 8,16
17) 02 luvas 25mm	R\$ 1,60
18) 01 luva 32mm	R\$ 1,20
19) 02 Vidro circulas de 100mm x 5mm	R\$ 15,00
20) Solda	Empréstimo
21) Tubo 100mm (27cm)	Reciclado
22) 04 Interruptores	R\$ 10,00
23) Broca AR 15/64"	R\$ 5,30
24) Broca AR 17/64"	R\$ 7,27
25) Chave Philips Foxlux 1/8 x4	R\$ 7,00
26) Fita isolante 3M	R\$ 5,00
27) Extensão 3m	Empréstimo
28) Alicates de corte	Empréstimo
29) Estilete	Empréstimo
30) Balão	R\$ 5,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 456,96</b>

Inicialmente pensamos em construir o corpo do submarino com um tubo metálico com dimensões de 7,5cm x 20cm e 567g (fotos 4, 18, 19 e 20). Essa ideia foi abortada, pois o manejo da peça se mostrou complexo e de difícil substituição. Houve problemas também nas conexões. Chegamos à conclusão que seria melhor substituir o tubo metálico por tubos e conexões de PVC 100mm (foto 10).

No dia 21/09, sentamos em roda, em frente à lousa e iniciamos uma conversa sobre a dinâmica do submarino. Foi pedido que apontassem os fenômenos físicos envolvidos nessa dinâmica e após listados na lousa (hidrostática, empuxo, volume, densidade, pressão, peso e outros) foi pedido que fizessem em casa uma breve pesquisa sobre cada tema abordado. Esse foi o último encontro que tivemos com a presença de todos os alunos selecionados e integrados aos alunos diagnosticados.

No dia 05/10, foi testado cada componente eletrônico em separado, isto é, foi verificado se cada um dos oito fios do cabo de rede estava conduzindo eletricidade, se os motores 12V estavam funcionando e o sentido da rotação, de acordo com a corrente elétrica, foi ligada à câmera e testado o infravermelho e os interruptores. Para os testes foram utilizadas uma fonte 12V de corrente contínua que foi ligada a rede 220V. Ao término verificamos um engajamento de todos e uma compreensão empírica do funcionamento de cada componente. Somente um aluno, não diagnosticado, permaneceu no grupo.

No dia 19/10, foi verificada a eficiência do compressor juntamente com a mangueira flexível de aquário, que tem por objetivo “levar” e “trazer” o ar para o interior do submarino alterando sua densidade.

No dia 26/10, foi montado o corpo do submarino: foram instalados os vidros da parte interna e instalados os suportes dos motores e conexões.

No dia 01/11, foi montado o painel de controle composto por quatro botões que acionam os motores e o compressor. Essa parte foi muito trabalhosa pois existe a necessidade de soldar os terminais.

No dia 09/11, foi feita a primeira bateria de testes do funcionamento do conjunto do submarino. Nessa parte foi ajustado o contra peso e verificado a ineficiência no controle da densidade, pois a ideia inicial seria injetar o ar e expulsar a água diminuindo a densidade. Mas a dinâmica do ar no interior do tubo mostrou que ao invés da água sair pelos furos foi o ar injetado pelo compressor que acabava saindo. Os motores se mostraram eficientes e a câmara funcionou adequadamente como esperado.

No dia 23/11, foi feita uma segunda bateria de testes do submarino. Os ajustes têm por objetivo o controle da densidade do conjunto. A solução encontrada foi a instalação de um balão no interior do tubo, onde quando inflado expulsava a água do interior do tubo pelos furos no tubo. Quando o ar é liberado pela válvula o balão expulsa o ar de seu interior, por sua força elástica, deixando que a água inunde o interior do tubo aumentando sua densidade.

No dia 30/11, iniciamos fazendo uma avaliação formativa, em uma roda de conversa, do projeto e do trabalho executado e em um segundo momento pedimos que fizessem um mapa mental do submarino. Foram repassados 2,0 pontos para o componente curricular Física considerando a frequência e a participação de cada um. Após essa parte fizemos o encerramento das atividades com uma confraternização na sala de recursos e foi anunciada a possibilidade de apresentação ao público em 2019, o que de fato aconteceu no dia 02/07/2019 quando ocorreu a feira de ciências na escola, onde foi apresentado o submarino à toda comunidade escolar. A apresentação se deu em duas partes: primeiramente na SRM mostrando na lousa todos os componentes e em seguida no tanque com água. O aluno L, que apresentou, postou em seu canal do YouTube no endereço: <https://youtu.be/OeJtryZu0h8> parte de sua apresentação.

## Capítulo 5

### Resultados obtidos

Após uma análise do mapa mental aplicado no início dos trabalhos foi verificado que os alunos acompanhados pelo AEE (H, W e G), todos com diagnóstico de DI e o aluno não diagnosticado C, não tinham ideia ou noção do equipamento submarino e muito menos de sua finalidade. Não foi apontado em seus mapas mentais nenhuma característica física ou fenômeno físico relacionado com o equipamento. Apesar de serem alunos do segundo e terceiro anos do ensino médio, demonstraram total desconhecimento sobre o assunto abordado.

O aluno H, é diagnosticado como DI grave e nessa condição tem pouco entendimento lógico e baixa abstração, diminuindo muito sua compreensão dos fenômenos físicos através da matemática. Observando o seu mapa mental inicial, em anexo, o aluno relacionou o submarino: “*a renda, trabalho, desenvolvimento social, felicidade, fome, engorda, problemas, tristeza, dieta e despesas médicas*”, demonstrando total desconhecimento sobre o assunto abordado. Em um segundo mapa mental, ao término dos trabalhos, o aluno demonstrou ter aprendido sobre: a densidade do submarino quando cita o ar “*quando a mangueira fica em submarino e ele sobe*” e “*puxa para baixo quando o ar sai*” demonstrando que assimilou o conceito básico de densidade e compreendeu a dinâmica do movimento na vertical do submarino, demonstrou de forma básica que compreendeu a dinâmica, na horizontal, do movimento ocasionado pelos motores no submarino quando escreve “*ele fica andando na água*” e “*fica ligado e ele anda*”, percebeu que na composição do submarino havia uma câmera, seu objetivo e funcionamento quando relata que “*a câmera fica fazendo vídeo*”. Apesar de sua grande limitação escrita, comparando os dois mapas mentais, foi possível afirmar que a construção e aplicação do projeto na sala de recursos pode ter contribuído para que o mesmo compreendesse alguns dos fenômenos físicos envolvidos, e que de forma peculiar, mediante a sua dificuldade e deficiência, pudesse expressar o conhecimento adquirido.

O aluno W, diagnosticado como DI grave tem suas limitações no aprendizado praticamente idênticas ao aluno H. Em seu mapa mental inicial, também em



anexo, relacionou o submarino a: “*Paz, problema de saúde e comida*”, demonstrando seu total desconhecimento sobre o tema abordado. Em um segundo mapa mental, ao término dos trabalhos, o aluno relacionou o submarino a: “*máquina e subir, luz e câmara, corrida e fica leve, nada e água, ele anda na água e corre, ar e faz subir, água e se mexe*” demonstrando, de forma limitada, ter compreendido o conceito de densidade e a dinâmica do submarino. Conversando com o aluno é possível verificar que o mesmo reconhece um submarino entre outros objetos e sabe explicar verbalmente quando está imerso ou emerso. Comparando os dois mapas mentais, foi possível afirmar que a construção e aplicação do projeto na sala de recursos pode ter contribuído para que o mesmo compreendesse alguns dos fenômenos físicos envolvidos, e que de forma peculiar, mediante a sua dificuldade e deficiência, pudesse expressar o conhecimento adquirido na apresentação ao público, na feira de ciências 2019.

O aluno G, diagnosticado com TGD e DI é o de maior comprometimento mental e social, sua idade mental é inferior a cronológica, tendo graves dificuldades no aprendizado e no comportamento social. Em seu mapa mental inicial, em anexo, relacionou o submarino com o “*subdesenvolvimento e inteligência*”, demonstrando total desconhecimento com o tema abordado. Em seu segundo mapa mental, ao relacionar o submarino com: “*fica na água, câmara e imagem, compressor e joga o ar, motores elétricos e movimento, inteligência*” demonstrou ter compreendido o funcionamento e os conceitos físicos básicos envolvidos no submarino. Inicialmente não existia interesse pela construção e desenvolvimento do submarino, mais conforme ele foi participando com tarefas simples, como segurar o corpo do equipamento ou um pote de água para os testes dos motores, ele foi se engajando, sua participação com os demais foi melhorando e ao término ele estava muito à vontade para explicar aos professores e alunos, na feira de ciências 2019, o funcionamento do mesmo. Podemos acompanhar sua inclusão nos conteúdos de física e socialmente, em que o aluno fez questão de participar de todas as etapas do projeto, inclusive das apresentações a comunidade escolar.

O aluno C, não diagnosticado e por consequência também não acompanhado pelo AEE, foi o único aluno restante dos voluntários para participar do trabalho. Em seu mapa mental inicial, em anexo, ele relacionou o equipamento à: “*ciência*

*correlacionando ao conhecimento, sabedoria, aprimoramento intelectual, tecnologia, avanço na humanidade, melhorias e maior longevidade e ao militarismo correlacionando ao: poder, honra, guerra, destruição, tristeza, morrer por alguém, herói, ser lembrado, dinheiro, corrupção, estado, responsabilidade e deveres*". Demonstrou inicialmente um conhecimento social do tema abordado, mas não citou nenhum fenômeno físico relacionado ou características físicas de um submarino, já que o aluno sabia em seu voluntariado que construiríamos um submarino experimental, se esperava alguma ideia que remetesse ao projeto. Em seu segundo mapa mental ele já demonstrou desenvoltura para explicar os fenômenos abordados citando a "*força gravitacional e o empuxo*", mas acredito que o maior ganho para o aluno foi sua socialização com os demais alunos diagnosticados, pois também citou em seu segundo mapa mental a importância da: "*inclusão, aceitação, fim do preconceito, oportunidade e chance, aprendizado, experiência e conhecimento*" e inicialmente chegou calado e não acreditava no potencial dos mesmos. Foi notório o interesse inicial, do aluno, pela avaliação e aquisição de conhecimento. Ao término pode-se notar um vínculo de amizade, que permanece até hoje (2019), aumentando sua interação e socialização com os demais alunos diagnosticados. Notamos um profundo cuidado do aluno, com os demais colegas diagnosticados, nas apresentações da feira de ciências (2019) acompanhando e auxiliando em todos os momentos e etapas.

## **Considerações finais**

Apesar do planejamento inicial, tivemos vários problemas por conta da mudança de modalidade anual para semestral no CED 01 do RF II, e somando a esses percalços houve a substituição dos professores o que complicou bastante o processo, pois os mesmos estavam assumindo a regência pela primeira vez. Houve a necessidade de adequação da implementação do projeto inicialmente pensado, reformulação e formatação.

Inicialmente percebemos em uma rápida conversa que os alunos envolvidos na aplicação do produto educacional proposto, acompanhados pelo AEE e os não acompanhados, não tinham ideia da tecnologia apresentada, isto é, o submarino. Após a aplicação da UEPS, foi verificada uma compreensão dos fenômenos físicos abordados, por meio da análise dos mapas mentais dos alunos, conversas e nas apresentações à comunidade escolar (feira de ciências 2019), demonstrando que pode ter havido uma aprendizagem significativa, que pode ser transposta para o dia a dia do aluno, como por exemplo os coletes salva-vidas, que aumentam consideravelmente o volume do corpo e por consequência diminui a densidade do conjunto. Outra aplicação transposta é a explicação através do empuxo, do porquê da pessoa “pesar” menos quando imerso em uma piscina, que chamamos tal fenômeno de peso aparente.

A inclusão dos ANEE com os não diagnosticados foi um dos objetivos alcançados, melhorando a participação e envolvimento dos alunos, aumentando a estima e propiciando o sentimento de capacidade que poderá ser levado para a vida, conquistando seu lugar na sociedade. Inicialmente verificamos tal resultado com o aluno H, que finalizou o Ensino Médio em 2018 e retornou à escola (03/2019) para nos fazer uma visita. Ele mencionou que se sente mais seguro e capaz para ter uma vida laboral, e que procurou a APAE – DF para dar sequência aos “estudos”/ treinamento o que permitirá sua inserção no mercado de trabalho.

Um ganho muito importante, e que não está dimensionado em mapas mentais foi o orgulho dos pais em ver seus filhos, inicialmente excluídos de projetos de robótica, participando e construindo um submarino de baixo custo. A “novidade” levada a cada término dos encontros/ atendimento para casa, o entusiasmo relatado e alegria em se sentir capaz de construir um submarino. O espanto da comunidade escolar, em especial os professores, que se acostumaram a ver os ANEEs envolvidos somente em projetos de pintura, colagem e jogos de tabuleiro. Mas jamais envolvidos no desenvolvimento de um projeto de ciências, em uma construção de um equipamento que não foi adquirido em módulos para sua montagem em sala. Um projeto iniciado “do nada” e em constante modificação ou adaptação.

O projeto finalizou em 12/2018 e foi apresentado a comunidade escolar no dia 02 de Julho/2019, na feira de Ciências da escola, os alunos continuam muito motivados e dispostos a melhorar o “nosso” submarino ou iniciar um outro projeto de robótica. O aluno L, diagnosticado como TGD que não tem dificuldade no aprendizado, do 3º ano do ensino médio, não citado anteriormente, acompanhou com assiduidade o desenvolvimento do projeto e participou ativamente de todas as atividades, apesar de não ter tido menção/ nota no componente curricular Física, percebemos o envolvimento e melhora na socialização, muito acima do esperado. Apesar das apresentações, na feira de ciências, terem sido por turno, os alunos fizeram questão de apresentar em ambos os turnos.

Por fim, apesar do autor sempre ter tido atributos experimentais e sempre propor práticas com os alunos não diagnosticados, foi a primeira vez que o autor desenvolveu um projeto de ciência, usando um projeto experimental com os ANEEs. O autor espera dar sequência a tais práticas, usando esse manual, nos atendimentos no contra turno. Espero um dia poder trabalhar em parceria com o professor regente, das séries comuns, para propiciar essa experiência de vida não somente aos ANEEs e aos selecionados que compõem os grupos de trabalho e sim a todos.

## Referências Bibliográficas

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Imprensa Oficial, 1988;

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LDB 9.394, de 20 de Dezembro de 1999;

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial**. Brasília: MEC/SEESP, 1994;

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programática Estratégicas. **Diretrizes de Atenção à Reabilitação da Pessoa com Transtorno do Autismo (TEA)**. Brasília, 2014. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes\\_atencao\\_reabilitacao\\_pessoa\\_autismo.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_reabilitacao_pessoa_autismo.pdf). Acesso em Fevereiro 2019;

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 1999.  
Cavalcante, Meire. **Orientações aos Sistemas de Ensino sobre o Decreto nº 7.611/2011**, 2011. Disponível em: <https://inclusaoja.com.br/tag/mec/>. Acesso em Setembro 2018;

Centro de Referência para o Ensino de Física da UFRGS – CREF. Estática de Fluidos, História da Física. **Arquimedes e a coroa**. 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=arquimedes-e-a-coroa>. Acesso em Março 2019;

**DEFICIENTEONLINE.COM.BR**. Disponível em: [http://www.deficienteonline.com.br/deficiencia-fisica-tipos-e-definicoes\\_\\_\\_12.html](http://www.deficienteonline.com.br/deficiencia-fisica-tipos-e-definicoes___12.html). Acesso em Março 2019;

Gil, Marta. **A legislação federal brasileira e a educação de alunos com deficiência.** DIVERSA, 2017. Disponível em: <http://diversa.org.br/artigos/a-legislacao-federal-brasileira-e-a-educacao-de-alunos-com-deficiencia/>. Acesso em Outubro 2018;

**Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5)**, American Psychiatric Association, 5ª Edição, 2014. Disponível em: <http://www.tdahmente.com/wp-content/uploads/2018/08/Manual-Diagn%C3%B3stico-e-Estat%C3%ADstico-de-Transtornos-Mentais-DSM-5.pdf>. Acesso em Janeiro 2019;

Mazali, Italo Odone. Laboratório de Química do Estado Sólido, Instituto de Química, UNICAMP. **Determinação da Densidade de Sólidos pelo Método de Arquimedes.** Disponível em: [http://lqes.iqm.unicamp.br/images/vivencia\\_lqes\\_meprotec\\_densidade\\_arquimedes.pdf](http://lqes.iqm.unicamp.br/images/vivencia_lqes_meprotec_densidade_arquimedes.pdf). Acesso em Março 2019;

**Medicina NET.** Disponível em: <http://www.medicinanet.com.br/cid10/f.htm> Acesso Outubro 2018;

**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF.** Disponível em: [http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=defesas/produtos&field\\_polo\\_value=All](http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=defesas/produtos&field_polo_value=All). Acesso em Julho 2018;

Moraes, Louise. **A Educação Especial no contexto do Plano Nacional de Educação.** Brasília, Inep/MEC, 2017;

Moreira, M. A. **Teoria da aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999;

Moreira, M. A. **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa,** Porto Alegre, Versão 6. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. Acesso em Novembro 2018;

Novak, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas.** Lisboa – PT, Plátano Edições Técnicas, 2000;

Rosa, C. W.; Rosa, A. B. **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais.** Revista Iberoamericana de Educación. N. 58, v. 2, 2012.

Sears, Zemansky e Young. **Física 2**, Rio de Janeiro, LTC, 1994.

Symon, Keith. R. **Mecânica**, Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda, 1982;

Vygotsky, L. S. **Fundamentos de defectologia.** Cidade Havana: Pueblo y Educacion, 1989. (V vol.).

## Apêndice A – Materiais/ Equipamentos/ Ferramentas



Foto 1 - Câmera Dome IP digital VMW-HDCVI G4 10m



Foto 2 -Fonte CFTV 12Vx10A gradeada



Foto 3 - Compressor portátil 12V de carro



Foto 4 - Tubo metálico de 20 mm x 75mm



Foto 5 - Mangueira de aquário (10m)





Foto 6 - Cabo para CFTV 4mm com fio flex (10m);  
02 Conectores CFTV P-4 com borne;  
1 Plug adaptador RCA para BNC macho.

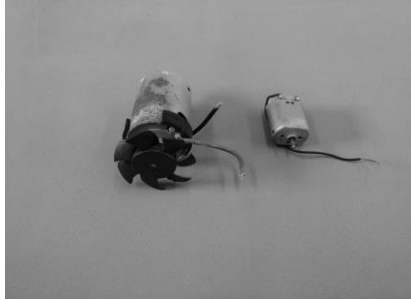


Foto 7 - 03 Motores (01 de 12V e 2 de 6V)



Foto 8 - Fio de rede (12m)



Foto 9 - 03 Hélices



Foto 10 - Luva esgoto Correr 100mm;  
Tubo 100mm (27cm);  
Anel de borracha Krona 100mm.

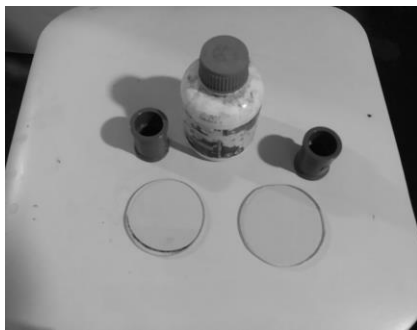


Foto 11 - Luvas 25mm;

02 Vidros circulas de 100mm x 5mm;

Cola para PVC.



Foto 12 - Caixa 4x2 externa Mec-Tr;

04 Interruptores.

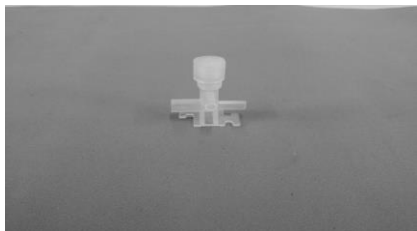


Foto 13 - Válvula de aquário



Foto 14 - Chave Philips 1/8 x4;

Solda;

Alicate;

Vaselina;

Fita isolante;

Estilete;

Tesoura;

Serra copo;

Lixa fina;

Durepox.

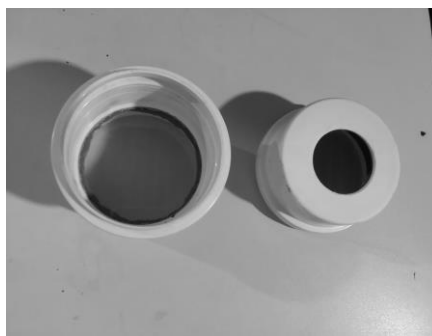
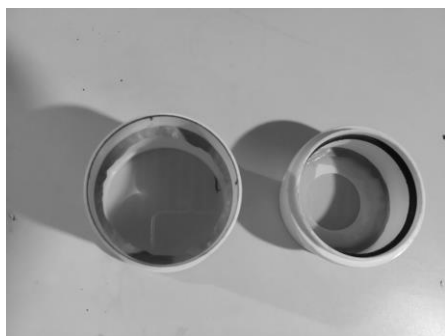


Foto 15

Capas, vidros e  
luva devidamente  
montados

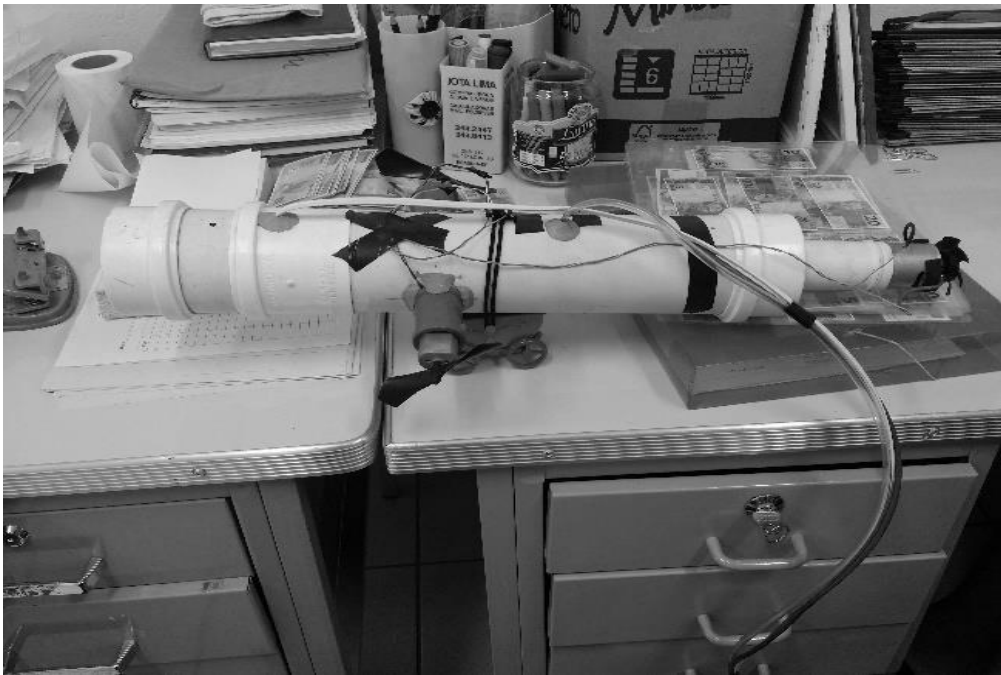


Foto 16

## Apêndice B – Mapa mental dos alunos

Foto – 17

Primeiro mapa mental do aluno G

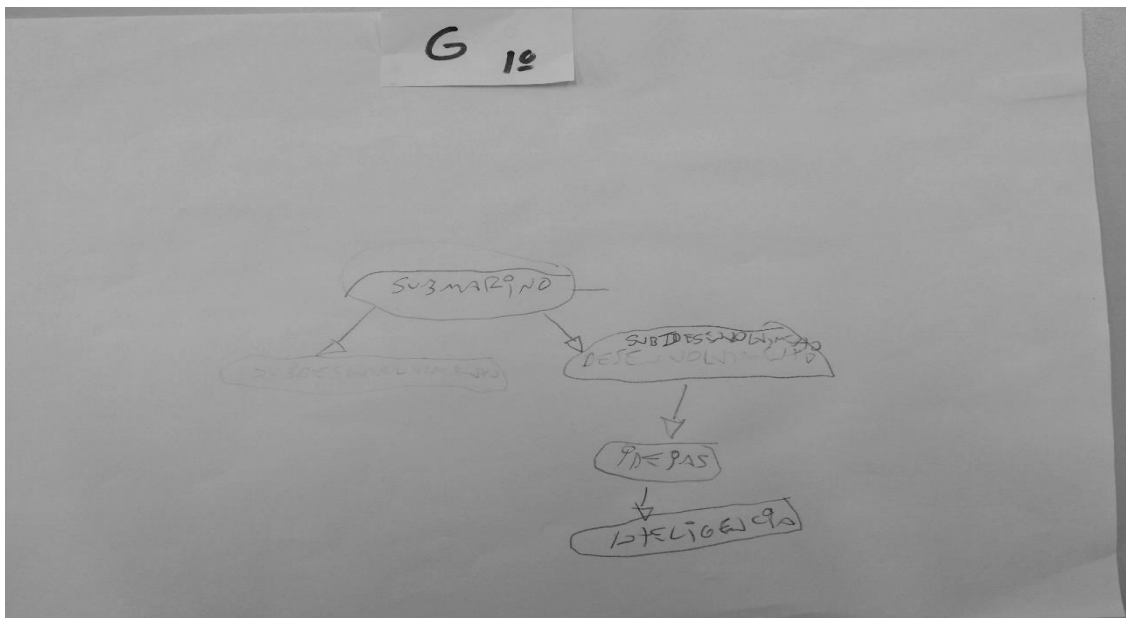


Foto – 18

Segundo mapa mental do aluno G

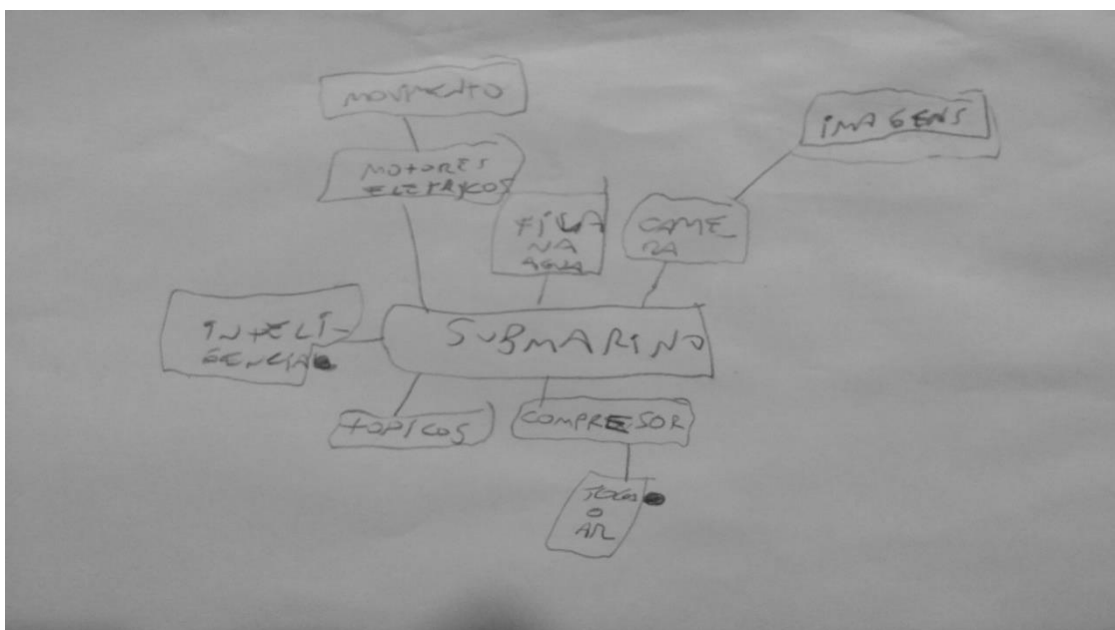


Foto - 19

Primeiro mapa mental do aluno C

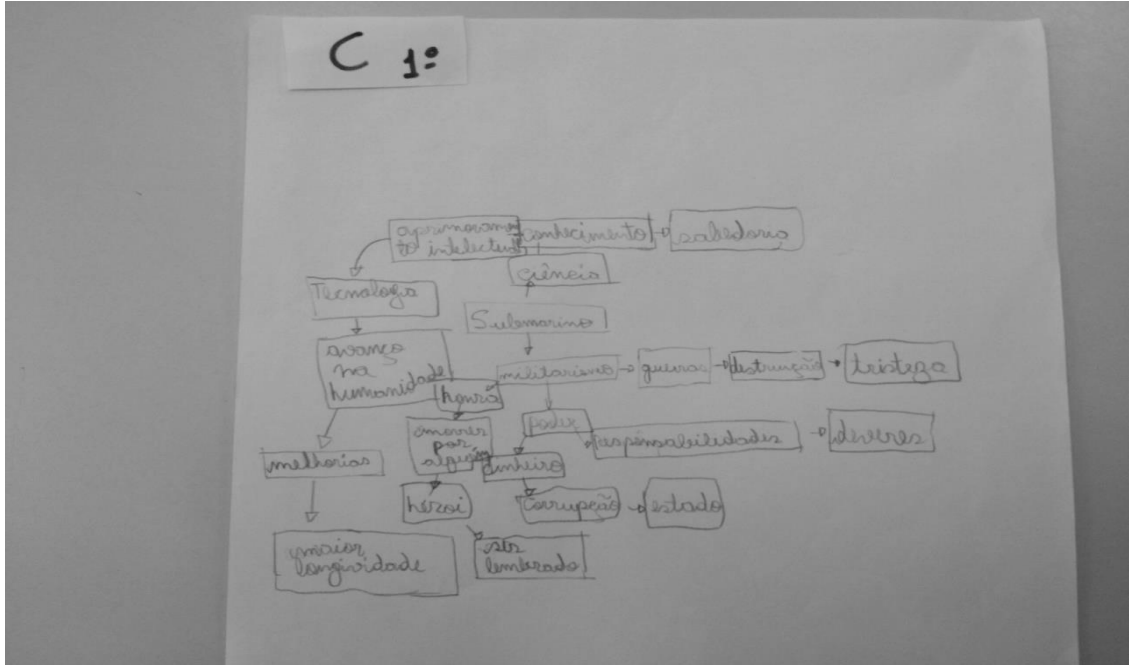


Foto - 20

Segundo mapa mental do aluno C

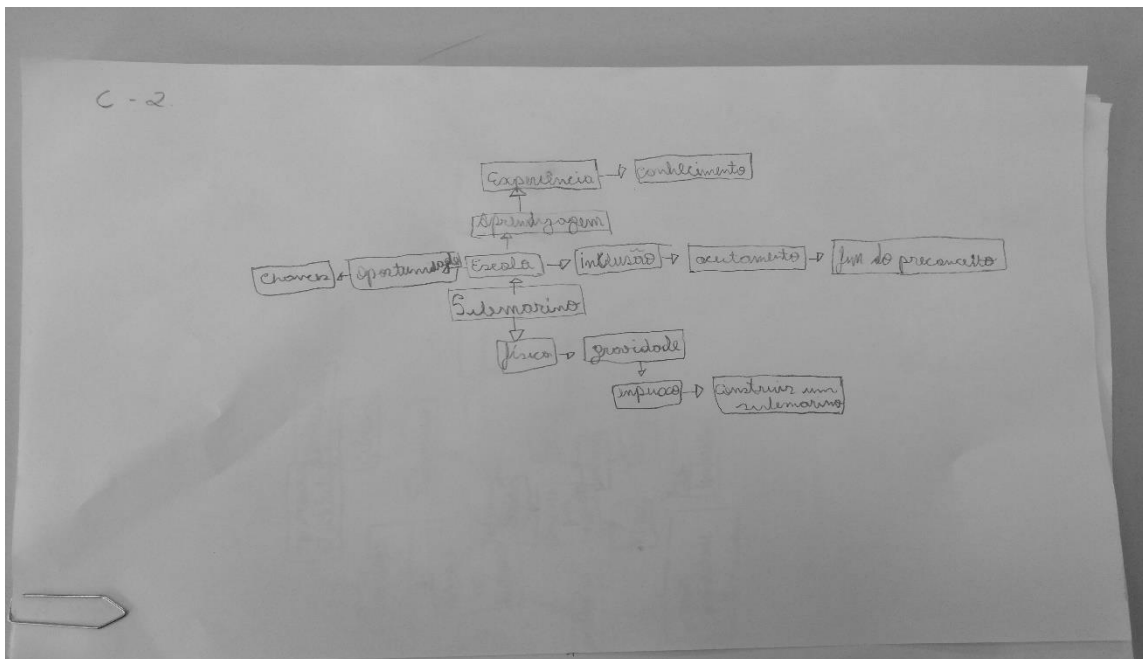


Foto - 21

Primeiro mapa mental do aluno W

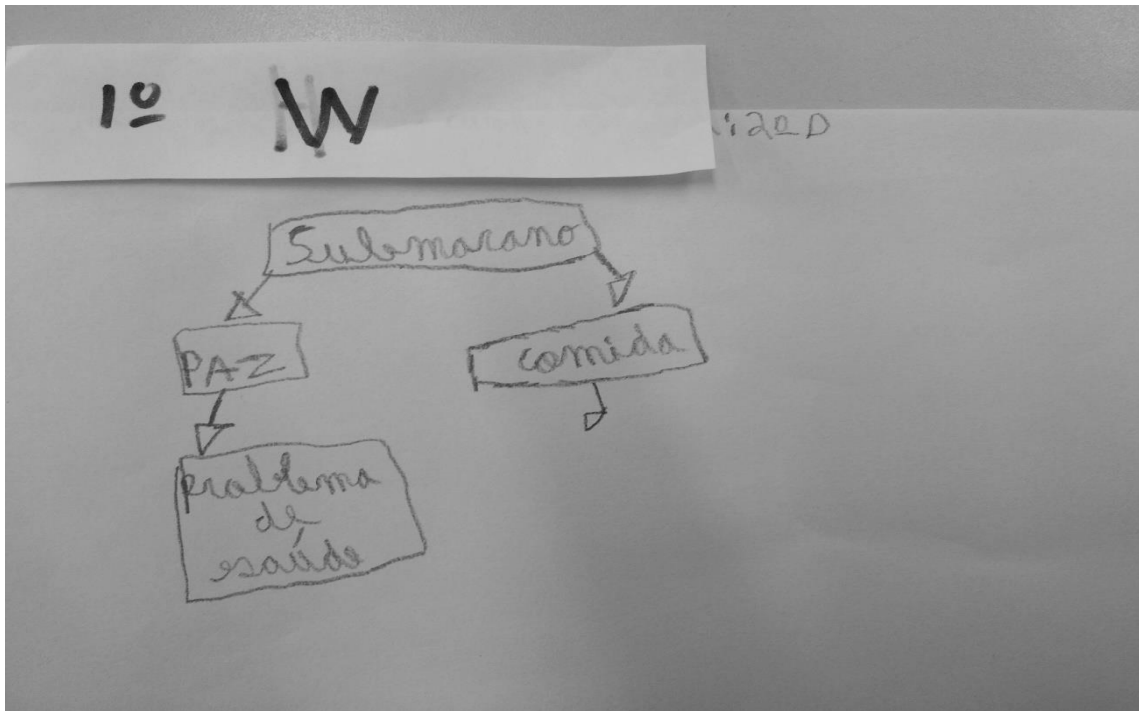


Foto - 22

Segundo mapa mental do aluno W

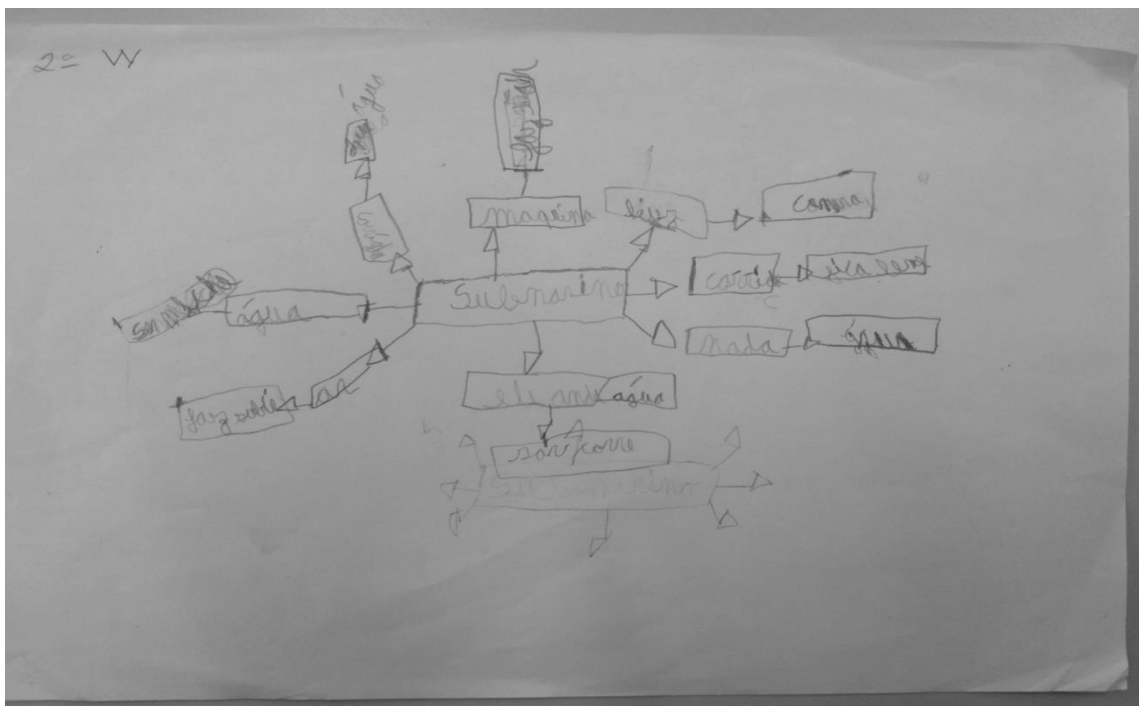


Foto - 23

Primeiro mapa mental do aluno H

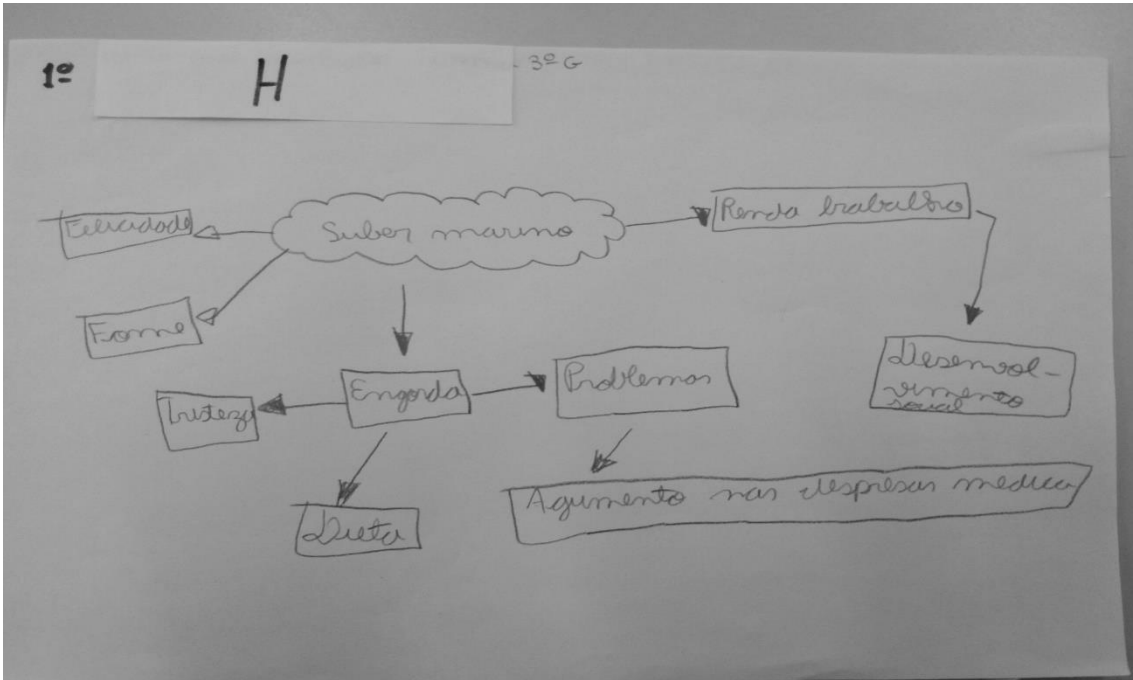


Foto - 24

Segundo mapa mental do aluno H

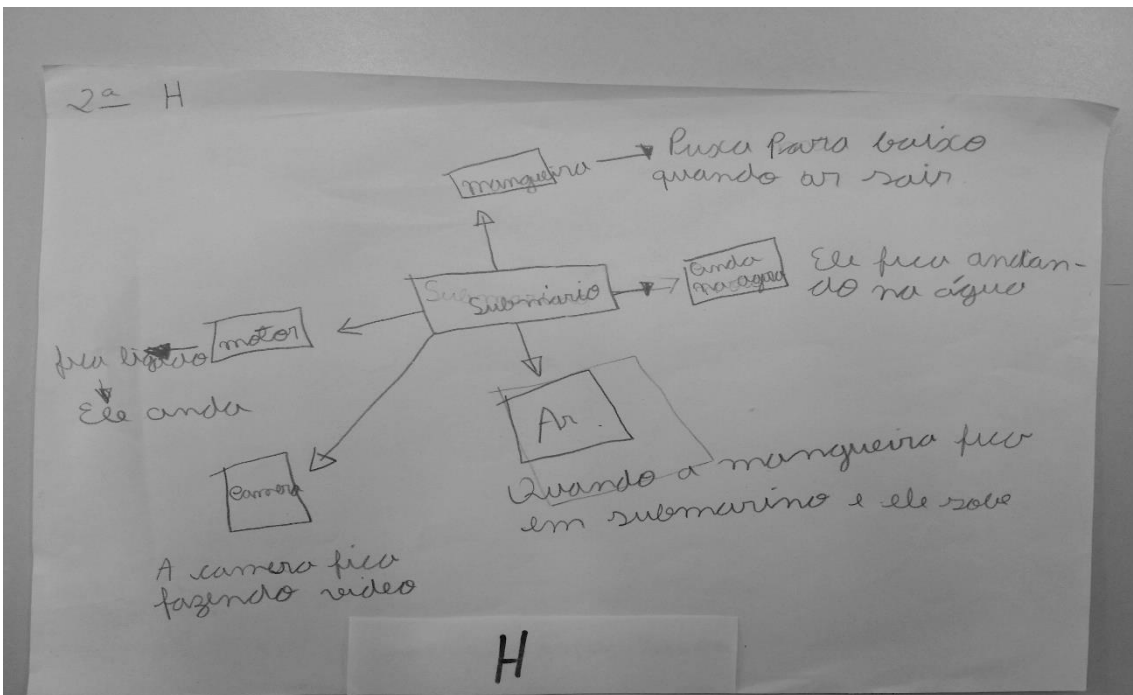


Foto -25

Primeiro mapa mental do aluno G<sub>1</sub>

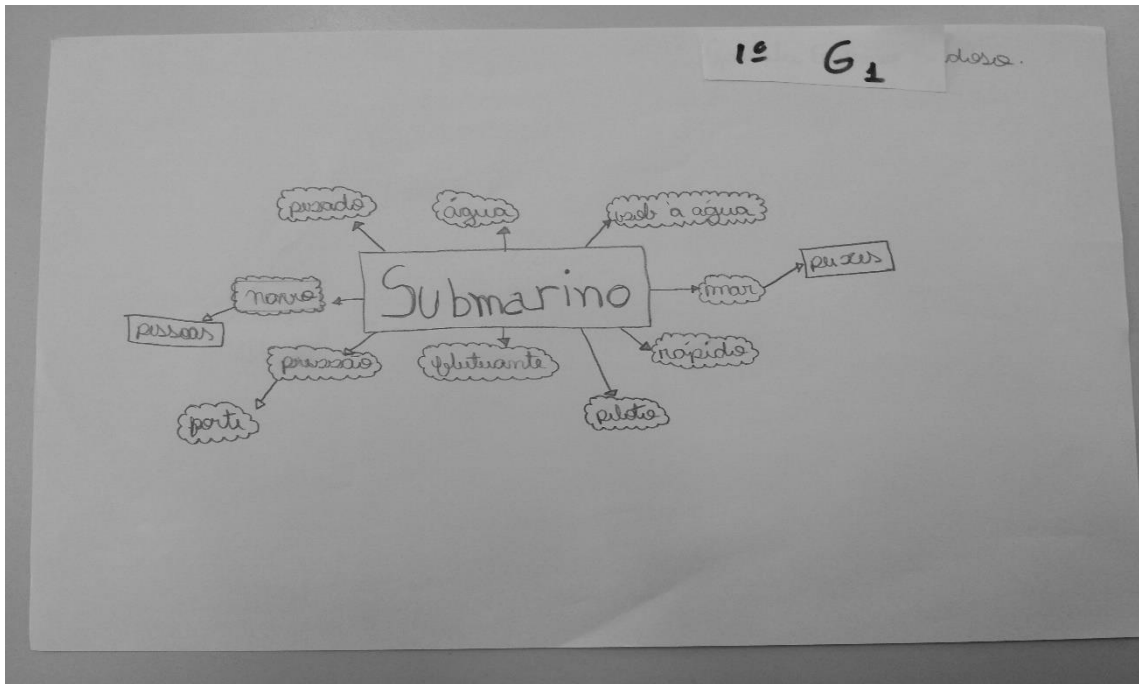


Foto - 26

Primeiro mapa mental do aluno J

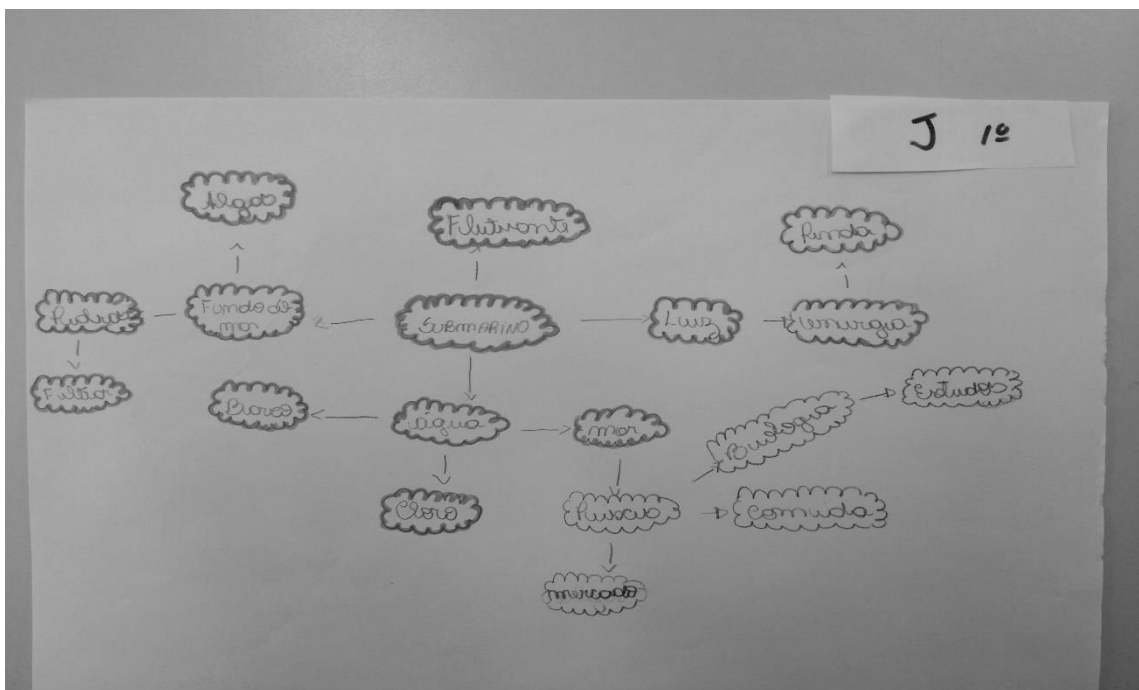
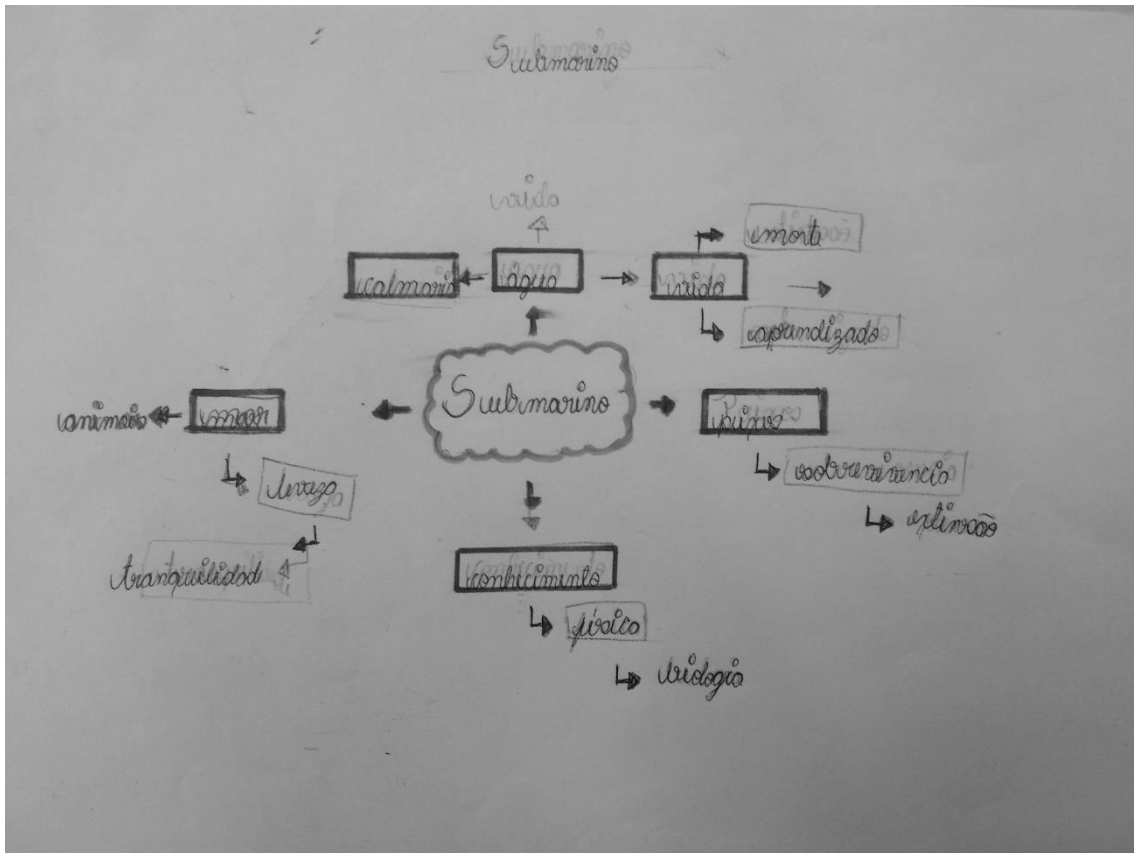




Foto - 27

Primeiro mapa mental do aluno A



## Apêndice C – Confraternização dos alunos e professores

Fotos – 28 e 29



Fotos – 30 e 31



## Apêndice D – Termo de compromisso

Foto - 32

### Ficha de inscrição

Eu, \_\_\_\_\_, aluno(a) matriculado(a) na série: \_\_\_\_\_, turma: \_\_\_\_\_, no Centro Educacional 01 do Riacho Fundo II, comprometo-me a participar das atividades educacionais relacionados ao produto educacional: \_\_\_\_\_, no período de 09/17 a 12/18. Autorizo também o uso das imagens e vídeos em futuras apresentações de divulgação.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do aluno(a)

### Termo de compromisso

Eu, \_\_\_\_\_, responsável pelo(a) aluno(a) \_\_\_\_\_, comprometo-me com a frequência e participação nas atividades, extraclasse, relacionadas ao desenvolvimento do produto educacional que serão realizadas no período de 09/07 até 12/18.

Autorizo o uso das imagens e vídeos, do educando, que estejam relacionados ao desenvolvimento e apresentações do produto educacional desenvolvido.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) responsável